

**Zur Paläogeographie des Lias in den
mittleren Chiemgauer Alpen**

Prodromos Antoniadis

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551923_0003

Zur Paläogeographie des Lias in den
mittleren Chiemgauer Alpen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
des
Fachbereichs für Geowissenschaften
der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von
Prodromos Antoniadis
aus Edessa, Griechenland

München 1975



1. Berichterstatter: Prof. Dr. V. FAHLBUSCH
 2. Berichterstatter: Prof. Dr. K. SCHMIDT
- Tag der mündlichen Prüfung: 28. Juli 1975

MEINER VERSTORBENEN MUTTER
IN DANKBARER ERINNERUNG

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

1.	Einleitung	1
2.	Lithofazies	4
2.1	Tonige Gesteine	4
2.11	Dunkle Tonmergel	4
2.12	Gefleckte Mergel	5
2.13	Schiefrige Bitumenmergel	6
2.14	Rote Mergel	7
2.2	Kalkige Gesteine	8
2.21	Biogene Gesteine	8
2.211	Echinodermenschuttkalke	8
2.212	Lamellibranchiatenkalke	12
2.213	Brachiopodenkalke	12
2.214	Heterogene Feinschuttkalke	13
2.22	Abiogene Gesteine	14
2.221	Blaßrote massige Kalke	14
2.222	Rote Knollenflaserkalke	15
2.223	Graue fleckige Kalke	17
2.224	Spiculitische Kalke	19
2.225	Dunkelgraue Kalke	21
2.2251	Intraklastische Kalke	21
2.2252	Quarz-führende Kalke	23
2.226	Hellgraué Kalke	23
2.3	Kieselige Gesteine	24
2.31	Spiculit	24
3.	Faunenbeschreibung	27
	(Cephalopoda)	

4.	Stratigraphie und Faziesverteilung	69
4.1	Allgäu-Einheit	69
4.11	Sedimentationsgebiet I	69
4.111	Sedimentationsraum I1	70
4.112	Sedimentationsraum I2	71
4.113	Sedimentationsraum I3	73
4.12	Sedimentationsgebiet II	77
4.13	Sedimentationsgebiet III	79
4.2	Lechtal-Einheit	82
4.21	Sedimentationsgebiet IV	82
4.22	Sedimentationsgebiet V	88
4.23	Sedimentationsgebiet VI	90
4.24	Sedimentationsgebiet VII	90
4.241	Sedimentationsraum VII1	91
4.242	Sedimentationsraum VII2	95
4.243	Sedimentationsraum VII3	99
5.	Palökologie	102
5.1	Foraminifera	102
5.2	Porifera	103
5.3	Cnidaria	104
5.4	Brachiopoda	105
5.5	Lamellibranchiata	107
5.6	Cephalopoda	111
5.7	Echinodermata	113
6.	Ablagerungsmilieu	116
6.1	Grau-Fazies	116
6.11	Fleckenkalke	116
6.12	Spiculite und spiculitische Kalke	118

6.13	Graue Kalke und Tonmergel	121
6.14	Schiefriger Bitumenmergel	123
6.2	Rot-Fazies	126
6.21	Adneter Kalke	127
6.22	Echinodermenschuttkalke	129
6.23	Blaßrote massige Kalke	131
6.3	Zusammenfassung	134
7.	Paläogeographische Interpretation	136
7.1	Das Liegende	136
7.2	Hettangium - unteres Sinemurium	138
7.3	Oberes Sinemurium	141
7.4	Unteres Pliensbachium	143
7.5	Oberes Pliensbachium	145
7.6	Unteres Toarcium	147
7.7	Oberes Toarcium und Hangendes	149
7.8	Zusammenfassung	150
8.	Zusammenfassung und wichtigste Ergebnisse	155
9.	Literaturverzeichnis	157
	Anhang	
1 - 9	Profiltafeln	
1 - 4	Tafeln	
	Verzeichnis der Profil- und Fundpunkte	
	Beilage	
1	Morphologisch-geologische Übersichtskarte	
2 - 7	Faziesverteilungskarten der Lias-Gesteine	

1. EINLEITUNG

Die Bearbeitung des vorliegenden Themas wurde mir von meinem verehrten Lehrer Herr Universitäts-Dozent Dr. V. FAHLBUSCH am Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms: "Geodynamik des Mediterranen Raumes - Geotraverse Ia" übertragen.

Für seine stets rege Anteilnahme am Fortgang der Arbeit und viele Hinweise bin ich ihm zu besonderem Dank verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. R. DEHM stellte mir dankenswerterweise einen Arbeitsplatz zur Verfügung und gewährte mir jederzeit die Benutzung der Einrichtungen seines Instituts sowie Zutritt zum Belegmaterial der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie.

Herrn Prof. Dr. H. HAGN danke ich für wichtige Hinweise zur Mikrofauna.

Herrn Landeskonservator Dr. H. K. ZÖBELEIN und Herrn Konservator Dr. R. FÖRSTER habe ich für die Mithilfe bei der Beschaffung der Literatur und für nützliche Hinweise zu danken.

Herrn Dr. G. SCHAIRER danke ich für seine wertvollen Ratschläge bei der Bearbeitung der Cephalopoden.

Herrn Dr. D. MÜLLER, der mich mit seiner Erfahrung in Fragen der Alpen-Geologie durch manche Hinweise, klärende Diskussionen und die sprachliche Korrektur des Manuskripts unterstützte, gebührt mein besonderer Dank.

Wertvolle Unterstützung fand ich auch bei den Herren Dr. K. DOBEN, Dr. U. FRANZ, Dr. H. GALL und Dipl. Geol. A. MATHUR, die sich im Arbeitsgebiet mit Gelände-Aufnahmen beschäftigt haben.

Frl. Dipl. Geol. H. FEIL und Herr Dipl. Geol. BLACH stellen mir dankenswerterweise einen Dünnschliff bzw. einen Ammonit zur Auswertung zur Verfügung.

Bei der Herstellung der Dünnschliffe sowie bei Fotoarbeiten waren mir die Herren H. MERTEL und M. DRESSLER behilflich.

Zu danken habe ich ferner den Forstämtern Marquartstein-Ost, Siegsdorf und Ruhpolding-West für die Fahrerlaubnis auf den Forststrassen.

Der deutschen Forschungsgemeinschaft in Bad-Godesberg bin ich für die finanzielle Förderung im Rahmen des Schwerpunktprogramms "Geodynamik des Mediterranen Raumes - Geotraverse Ia" sehr zu Dank verpflichtet.

Lage

Das Arbeitsgebiet liegt in den mittleren Chiemgauer Alpen und wird im Westen durch die Tiroler Ache, im Osten durch die Weiße Traun begrenzt, während seine Nord- und Südgrenze geologisch definiert sind, nämlich im Norden durch den Nordrand des Kalkalpins, im Süden durch den Stirnrand der Staufen-Einheit. Es bildet einen Ausschnitt der nördlichen Kalkalpen (Oberostalpin) und umfaßt die Allgäu- und Lechtal-Einheit im Nordteil derselben (s. Beilage 1).

Bisherige Kenntnisse

Gesteine des Arbeitsgebietes werden seit M. FLURL (1792) und C.W. GÜMBEL (1861) erwähnt. Die erste Kartierung wurde von GÜMBEL im Maßstab 1:100 000 durchgeführt. Als weitere kleinmaßstäbliche Kartierungen, die das Gebiet ganz oder teilweise mitenthalten, sind zu nennen: Blatt Lofer-St. Johann, 1:75 000

(O. AMPFERER, 1927); Geologische Karte der Republik Österreich und der Nachbargebiete, 1:500 000 (H. VETTERS, 1937); und Geologische Karte von Bayern, 1:500 000 (Bayer. Geol. Landesamt in München 1964).

Großmaßstäbliche Kartierungen (1:25 000) liegen vor von H. ARLT (1911), L. NÖTH (1926), P. SCHMIDT-THOME (1939), A. DHEIN (1944), U. FRANZ (1966), O. GANSS (1967), K. DOBEN (1970).

Unveröffentlichte Kartierungen im Rahmen von Dipl.-Arbeiten lieferten A. PÖSCHL (1962), H. O. HELLERER (1964), H. GALL (1965), A. MATHUR (1967) und J. TRISCHLER (1967).

Wichtige stratigraphische Beiträge stammen von U. WISSNER (1958), A. MATHUR (1973, 1974), H. GALL (1970) und U. FRANZ (1967).

Problemstellung

Als Ergebnis der bisherigen Arbeiten war schon bekannt, daß der Lias in vielfältiger Fazies ausgebildet ist und Gebiete mit mächtigen grauen, sowie solche mit geringer mächtigen roten Gesteinen vorliegen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die im einzelnen unterschiedlichen und zum Teil sehr groben stratigraphischen Gliederungen in den einzelnen bisher kartierten Gebieten durch detaillierte Profilaufnahmen und Aufsammlung von Fossilien zu vereinheitlichen, zu verfeinern und auf dieser Grundlage zu versuchen, die paläogeographische Entwicklung während des Lias im Gebiet zu rekonstruieren und so einen Beitrag zur Geodynamik des mediterranen Raumes zu dieser Zeit zu liefern.

2. LITHOFAZIES

Einleitung

Bei der Vielfalt der Sedimentausbildungen im alpinen Jura erwies es sich am zweckmäßigsten, die Gesteine in representative Typen für das ganze Gebiet zu gliedern, die sich jedoch in einen sediment-petrographischen Rahmen (wie, z.B. tonige, kalkige und kieselige Sedimente) einordnen lassen. Dabei wird durch weitere Gliederungen nach dem Gefüge (z.B. grob-, mittel- und feinspätig) oder/und nach Fossilinhalt (z.B. biogene - abiogene) eine lithofazielle Beschreibung ermöglicht, ohne daß die Fazies-Einheiten darunter leiden. Dadurch werden Wiederholungen und Überschneidungen, die bei der regionalen Beschreibung unvermeidbar wären, weitgehend vermieden.

Eine straffe Gliederung nach Stoffbestand mit modernen petrographischen Gesichtspunkten ist weniger geeignet, weil durch gemeinsame Merkmale leicht abgrenzbare Fazies-Einheiten (z.B. Adneter-Fazies, Schwellenkalk, usw.), die mehrere petrographische Fazies-Typen in sich vereinigen, auseinander gerissen würden, was nicht zweckmäßig wäre, solange bessere und allgemeingültige Alternativen fehlen.

Die Einteilung in tonige, kalkige und kieselige Sedimente versteht sich nach dem überwiegenden Stoffbestand.

2.1 TONIGE GESTEINE

2.11 Dunkle Tonmergel

Es sind graue bis blaugraue, pelitische, meist schiefrige Tonmergel und Mergel. Ihr Gehalt an Karbonat unterliegt größeren Schwankungen und nimmt im allgemeinen zum Hangenden zu.

Die Tongesteine erweisen sich unter dem Binokular als feinstklastisches Sediment ohne erkennbaren Quarzanteil. Dagegen kommen nicht selten Glimmerblättchen mit einer Korngröße bis 0,1mm vor. Letztere nimmt allgemein vom Liegenden zum Hangenden - umgekehrt wie der Karbonatgehalt - ab. Ziemlich häufig ist Pyrit entweder fein verteilt in Form von Kristallen mit einer Größe < 0,01mm oder als Rogen-Pyrit mit einer Größe von 0,02 - 0,05mm, vorwiegend in kleinen Anhäufungen.

Häufigste biogene Bestandteile sind Schwammnadeln in kalkiger Erhaltung. Ferner treten Foraminiferen und Schalenreste von Megafossilien (s. unten) auf. Reichlich vorhanden ist auch dunkelbraunes bis schwarzes, feinstes Pflanzenhäcksel (im Mittel bis 0,1mm).

Die Megafauna ist spärlich, nur stellenweise etwas reicher. Sie besteht vorwiegend aus Mollusken (hauptsächlich Lamellibranchiaten, daneben Cephalopoden) ferner Brachiopoden.

Ihre größte Verbreitung zeigen die Tongesteine in den nördlichen Bereichen der Allgäu-Einheit, wo sie zwischen den tiefliassischen Lamellibranchiatenkalken im Liegenden und den fleckigen Tongesteinen des Sinemuriums im Hangenden liegen.

2.12 Gefleckte Mergel

Es sind hell- bis dunkelbraune, fleckige, pelitische, oft schiefrige Mergel bis Tonmergel, die aus den dunklen tiefliassischen Tonmergeln hervorgehen. Gleichzeitig nehmen Kalksteinbänke zu, so daß die Mergellagen anfangs noch einige dm, dann nur noch einige cm Mächtigkeit im rhythmischen Wechsel mit Fleckenkalken erreichen.

Der Karbonatgehalt nimmt beim Übergang aus dem Liegenden zuerst zu, dann mit abnehmender Mächtigkeit der Lagen wieder ab. Häufig

finden sich Pyrit-Konkretionen, die eine Größe bis zu einigen cm aufweisen.

Unter dem Mikroskop erweisen sich die Mergel als pelitisch ohne erkennbaren Quarzanteil. Auch Glimmer kommt nur vereinzelt in Blättchen bis 0,1mm Größe vor. Häufigster abiogener Bestandteil ist Pyrit, der sowohl fein verteilt in Form von Kristallen (Größe $< 0,01\text{mm}$) als auch als Rogen-Pyrit (Größe 0,01 bis 0,04 mm) und häufig oxidiert auftritt, sowie feinsten Quarzstaub (Größe $< 0,02\text{mm}$). Daneben finden sich nicht selten Glaukonitkörner mit einer Korngröße von 0,1mm im Mittel.

Als häufigste biogene Bestandteile des im allgemeinen fossilarmen Tonsediments sind auch hier Schwammnadeln (Mikroskleren) in kalziger Erhaltung anzusehen. Ziemlich häufig, vor allem in den hellen Tonmergeln, sind auch Radiolarien mit einer Größe von 0,2 bis 0,6mm, die ebenso in karbonatischer Erhaltung vorkommen. Ferner finden sich noch Foraminiferen, Schalenreste von Mollusken und vereinzelte Fischschuppen, während Pflanzenhäcksel vollkommen zurücktritt.

Die spärliche Megafauna besteht hauptsächlich aus Mollusken, daneben Brachiopoden. Die Verbreitung der Fleckenmergel deckt sich nahezu ganz mit der der Fleckenkalke.

2.12 Schieferige Bitumenmergel ("Posidonienschiefer")

Bei diesen Gesteinen handelt es sich um graue bis schwarzgraue, schiefrig bis dünnplattig spaltende Bitumenmergel, die entweder aus schwach bituminösen Mergelkalken und Kalken im Liegenden hervorgehen (nördliche Allgäu-Einheit) oder zu ähnlichen Kalken mit Tonmergel in Wechsellagerung überleiten (Lechtal-Einheit).

Sie weisen eine feinlamelläre Schichtung von graubraunen bis braunen mit grauen Partien, meist im mm-Bereich, auf.

Diese Farbunterschiede erweisen sich im Dünnschliff als deutliche fazielle Differenzierungen zweier Sedimenteinheiten. Während die bräunlichen Lagen immer eine Feinschichtung des tonigen Sediments erkennen lassen, bestehen die grauen aus einer dichten, vorwiegend umkristallisierten Matrix mit nur stellenweise erhaltenen Mikritgefügen.

Die häufigsten abiogenen Komponenten sind Pyrit und Glimmerblättchen. Der Pyrit tritt massenhaft - meist fein verteilt - im Gestein mit einer Kristallgröße von 0,01 bis 0,2mm, seltener in Form von kleinen Butzen angehäuft, auf. Die relativ häufigen Glimmerblättchen erreichen eine Größe von 0,2mm im Mittel. Quarzgehalt im Korngrößenbereich der Sandfraktion ist nur stellenweise vorhanden.

Biogene Komponenten sind - in abnehmender Häufigkeit - Radiolarien (Größe 0,2mm), Schwammnadeln, Megafossil-, vor allem Fischreste (Schuppen und Gräten); Pflanzenhäcksels, das eine Größe von 0,5 bis 0,8mm erreicht, sowie Foraminiferen, die hier seltener vorkommen.

Das Gestein ist nicht zusammenhängend verbreitet, vor allem deshalb, weil es wegen seiner physikalischen Eigenschaften (weich, plastisch) bei tektonischer Beanspruchung leicht ausgequetscht wird. Die Aufschlüsse sind sowohl in der Allgäu-Einheit (E-Avenhausen, 2⁺) als auch in Bereichen des Synklinoriums in der Lechtal-Einheit zu finden.

2.14 Rote Mergel

Es sind pelitische Mergel und schiefrige Tonmergel, die sowohl in Wechsellagerung mit roten Kalken und Mergelkalken (Straßberg 3,

+) Die nach der Lokalität angegebene Nr. bezieht sich auf das im Anhang angeführte Verzeichnis der Profil- und Fundpunkte.

Einfang I und II, 4 und 5) als auch als einzelne Einschaltungen, vor allem in den Knollenflaserkalken, auftreten.

Unter dem Binokular sind feinsten Quarzstaub (Korngröße $< 0,02\text{mm}$) und Glimmerblättchen (Größe im Mittel $0,05\text{mm}$), die nur vereinzelt auftreten, zu beobachten. Ziemlich häufig sind Kalzitkriställchen mit einer Größe von $0,03$ bis $0,05\text{mm}$ sowie vereinzelt Dolomitkristalle zu beobachten. Nicht selten findet sich Chalzedon, wohl als Rest von verkieselten Fossilien.

Den überwiegenden Teil der biogenen Bestandteile machen Schwammnadeln, die stets Mikroskleren-Strukturen aufweisen, aus. Daneben sind meist kleinwüchsige Gastropoden und Echinodermenreste zu finden. Den größten Teil der Megafauna bilden Mollusken, vor allem Cephalopoden.

Die Hauptverbreitung der roten Mergel und Tonmergel findet sich in der Allgäu-Einheit, wo sie, vor allem in dem nördlichen Teil, als Leithorizonte (Ob. Sinemurium - Unt. Pliensbachium und Toarcium) den grauen tonig-kalkigen Gesteinen zwischengeschaltet sind. In der Lechtal-Einheit sind sie vor allem in den Knollenflaserkalken sowie als Einschaltungen im Übergangsbereich der Basiskalke zum Schwellenkalk (Hochlerch-Silleck-Mulde) zu finden.

2.2 KALKIGE GESTEINE

2.21 Biogene Gesteine

2.211 Echinodermen-Schuttkalke

Dieses Gestein besteht aus m.o.w. gerundeten Hartteilresten von Echinodermen, besonders Crinoiden (Fossilkalk, Biokalkarenit, Schillkalk, Schillkörnerkalk nach FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970, 290ff), deutlich gebankt, aber im allgemeinen ohne deutliche Feinschichtung, jedoch mit einem gewissen Sortierungsgrad, wobei eine weitere Gliederung je nach Komponentengröße in grob-, mittel- und feinspätige Schuttkalke ermöglicht wird.

Sie sind überwiegend blaßrot bis gelblich, daneben blaßgrün, bräunlich und grau bis blaugrau gefärbt.

a. Grobspätige Echinodermen-Schuttkalke

Als grobspätige Echinodermen-Schuttkalke werden solche bezeichnet, deren größter Teil (> 50%) der Komponenten eine Korngröße von > 0,7 mm aufweisen.

Es sind grobgebankte Gesteine (meist dm-Bereich), ohne Feinschichtung, mit einer relativ schlechten Sortierung, die oft über mehrere Bänke zu verfolgen ist.

Im Dünnschliff ist eine Matrix selten erkennbar, so daß das Zwischenmittel aus sammelkristallisiertem, mirko-, seltener makrokristallinem Kalkspat besteht.

Die Hauptmasse der Komponenten wird fast ausschließlich aus Echinodermen-, besonders Crinoidenresten gebildet. Untergeordnet kommen auch Schwammnadeln, Foraminiferen und Radiolarien vor (s. Taf. 3, Fig. 1, 2, 3 und Taf. 4, Fig. 1). Die Erhaltung der Crinoidenreste ist gut bis sehr gut. Neben wenig abgerundeten Komponenten sind noch gut erhaltene, des öfteren sogar zusammenhängende Stielglieder zu finden.

Die grobspätige Fazies bildet einen großen Teil der Echinodermen-Schuttkalke und hat eine ansehnliche (horizontale) Verbreitung, vor allem im Bereich der Lechtal-Einheit. Sie macht den überwiegenden Teil der gelblichen und roten Spatkalke des Hochgern- und Kratzel-Schneid-Gebiets (ob. Mittellias-Dogger), der gelblichen der Nesselauer-Wand, der geringmächtigen grünen (ob. mittl. - unt. ob. Lias) und roten (überwiegend unt. Lias) Schichten im südlichen Rechenberg-Gebiet und ihrer E-Ausläufer, sowie einen Teil der Gesteine im Oberwössener-Gebiet aus. Untergeordnet tritt die grob-spätige Fazies als einzelne Schichten oder Lagen in den Knollenflaserkalken meist in roter (unt. Lias, grünlicher (ob. mittl. - ob. Lias) und in den kieseligen Schichten in grauer bis blaugrauer Farbe auf.

b. Mittelspätige Echinodermen-Schuttkalke

Als mittelspätige Echinodermen-Schuttkalke werden solche bezeichnet, deren größter Teil (mehr als 50%) der Komponenten eine Korngröße zwischen 0,4 - 0,7mm aufweist.

Es sind gut gebankte (im cm- bis dm-Bereich) Gesteine mit einer stellenweise erkennbaren Feinschichtung sowie Sortierung.

Im Dünnschliff ist eine Matrix (=Sedimentgrundmasse) nur stellenweise erkennbar oder erhalten geblieben, so daß im allgemeinen das Zwischenmittel aus sammelkristallisiertem mikrokristallinem Kalkspat besteht. Die Hauptmasse der Komponenten besteht vorwiegend bis fast ausschließlich aus Echinodermen-, besonders Crinoidenresten; daneben kommen am häufigsten Schwammnadeln und Foraminiferen, deren Häufigkeit mit abnehmender Komponentengröße zunimmt, vor. Ferner sind aufgearbeitete kalklutitische Komponenten, die meistens Schwammnadeln, daneben Echinodermenreste und Molluskenschalenreste führen, sowie wolkige bis derbe Massen von Pyrit und kieselige Einschaltungen vorhanden. Die Hauptmasse der Komponenten läßt meist zwei Größenbereiche erkennen, die bei 0,4mm und 0,6mm liegen. Die Verbreitung geht über die Gebiete der grobspätigen Fazies bis in die Gebiete der kieseligen und kalkig-tonigen Gesteine hinaus, wo noch einzelne Einschaltungen und im allgemeinen geringmächtige Serien auftreten.

Die mittelspätige Fazies tritt vorherrschend in grauen bis braunen, untergeordnet in rötlichen, gelblichen bis weißgelblichen Farben auf. So gehören hierher z.B. im Bereich der Allgäu-Einheit die grauen Echinodermen-Schuttkalke von den Lokalitäten S-Einöd (11), Engelstein (16) - beide unteres Sinemurium - und Avenhausen (2) - ? Lias-Dogger - sowie der größte Teil der braungrauen bis grau-

braunen liassischen Vorkommen von N-Rotwandl-Kopf (27) - unt. - mittl. Lias -, N-Kobel-Wand (26) - mittl. - ob. Lias -, Haargaß-Graben (18) - ob. Lias - und zum größten Teil das von N-Hocherb-alm (17) - ob. Lias -. In der Lechtal-Einheit kommen außer den Lokalitäten mit grobspätiger Fazies - wo sie in graubrauner bis hell- weißgelblicher (mittl. Lias) Färbung vorkommen - noch hinzu: die grauen bis graubraunen Einschaltungen der Basiskalke des Hochgerns (unt. Lias), die der fleckigen Kalke von Thorau-Bach (32) - unt. - ? mittl. Lias - und der dunklen grauen Mergel und Kalke von der Farnboden-A. (31) - unt. Lias -, sowie die meisten Einschaltungen in den Gebieten mit kieseliger Fazies (mittl. und ob. Lias).

c. Feinspätige Echinodermen-Schuttkalke

Als feinspätige Echinodermen-Schuttkalke werden solche bezeichnet, deren größter Teil (> 50%) der Komponenten eine Korngröße von < 0,4mm aufweisen.

Sie sind gut gebankt, vorwiegend im cm-Bereich, mit einer des öfteren erkennbaren Feinschichtung und meist deutlichen Komponenten-Sortierung. Nach der Erhaltung handelt es sich um einen typischen "Schillkörner"-Kalk (s. FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970, 290ff). Bezeichnend sind fließende Übergänge sowohl zu den kalklutitischen Gesteinen als auch zu den Spiculiten.

Im Dünnschliff ist häufig noch gut erhaltene mikritische Matrix zu beobachten, meist jedoch sammelkristallisierter, mikrokristalliner Kalkspat. Die Hauptmasse der Komponenten besteht aus stark abgerollten Echinodermenresten. Daneben treten Schwammnadeln und Foraminiferen auf, deren Häufigkeit sich oft im mm-Bereich ändert und deren größter Anteil - vor allem bei den Schwammnadeln - in den feinstspätigen Lagen anzutreffen ist. Die Verbreitung fällt hauptsächlich mit der der mittelspätigen Fazies zusammen, mit der sie

häufig wechsellagert. Die Kalke sind vorherrschend graubräunlich, untergeordnet rötlich-braun bis rot gefärbt.

2.212 Lamellibranchiatenkalke

Es handelt sich um Gesteine, die durch stärkere Anreicherung von Lamellibranchiatenschalen (vor allem Pectiniden) entstehen und in intraklastische Kalkarenite überleiten, in welchen sie als untergeordnete Einschaltungen auftreten. Sie werden deshalb dort näher behandelt (Kapitel 2.2251).

2.213 Brachiopodenkalke

Diese dünnsschichtig bis plattig (im Mittel 1 cm) absondernden Kalke treten als dm-mächtige Einschaltungen im Hangenden der tiefliassischen Mergel- und Tonmergellagen. Sie werden zum größten Teil von Brachiopoden so dicht durchsetzt, daß man von einem Brachiopodenkalk sprechen kann. Die Brachiopodenfauna ist auffallend kleinwüchsig und besteht überwiegend aus Spiriferinen. Mollusken kommen hier nur spärlich vor. Das Gestein verwittert hell graubraun und weist eine rauhe bis wulstige (durch die verwitterungsbeständigeren Brachiopodenschalen) Oberfläche auf.

Das Gestein zeigt im Dünnschliff eine mikritische, weitgehend sammelkristallisierte Matrix. Der überwiegende Teil der Komponenten ist biogen und besteht hauptsächlich aus Schalendetritus mit einer Größe von 0,2 - 0,5mm im Mittel (Biokalkarenit. Ferner kommen Foraminiferen, Echinodermenreste und Schwammnadeln vor.

Die häufigsten abiogenen Komponenten sind Pyrit und Glaukonit. Der Pyrit ist meist in fein verteilter Form in den biogenen Komponenten vorhanden, während die Glaukonitkörner vereinzelt in der

Matrix schwimmen. Daneben kommen Intraklaste von einem Durchmesser bis zu 0,8mm, im Mittel 0,5mm (etwa gleich groß den Brachiopoden) vor. Sie zeigen noch ihre primäre mikritische Matrix ohne Sammelkristallisation und eine reichliche Mirkofauna, deren Individuen - ohne sich gegenseitig abzustützen - darin schwimmen: "wackestone"-Struktur (DUNHAM 1962).

Das Gestein wurde nur in der Allgäu-Einheit, und zwar im Hangenden der tiefliassischen dunklen Mergel- und Tonmergel des Kreuz-Grabens (13) angetroffen.

2.214 Heterogene Feinschuttkalke

Es ist ein dunkelgraues, dünngebanktes (im Mittel 4-5cm) Gestein, dessen Bänke meist durch Tonmergelhäutchen getrennt sind.

Im Dünnschliff weist es eine komponentenreiche mikritische Matrix auf, die teilweise umkristallisiert ist. Die Hauptmasse der Komponenten ist biogener Herkunft. Sie bestehen vorwiegend aus fein- bis mittelspätigem Echinodermenschutt, vor allem aus Crinoiden- und Holothurienresten, der sich stellenweise soweit anreichert, daß Übergänge zu den Echinodermenschuttkalken entstehen. Ebenso häufig kommen auch Radiolarien vor, deren Anteil mit abnehmendem Gehalt an Echinodermen zunimmt. Daneben treten - der Häufigkeit nach - Schwammnadeln, Brachiopodenreste, die stets verkieselt sind, Foraminiferen und Ostracoden sowie vereinzelte Schwammhäutchen auf. Als häufigste abiogene Komponente ist Pyrit, meist fein verteilt (Kristallgröße < 0,01mm), im Gestein enthalten. Ziemlich häufig sind Kieselsäure-Ausscheidungen zu beobachten.

Das Gestein ist ausschließlich im Hochgern-Gebiet verbreitet und bildet einen Teil der tiefliassischen (Basis-) Kalke.

2.22 Abiogene Gesteine

2.221 Blaßrote nicht gebankte Kalke

("Schwellenkalke" und "Hierlatzkalke")

In diesem massigen m.o.w. gleichmäßig dichten, kryptokristallinen Kalk läßt sich nur stellenweise eine undeutliche Grobschichtung im m-Bereich erkennen. Das Gestein ist sehr widerstandsfähig und neigt zur Wandbildung. Starke Zerklüftung wurde zumindest von zwei zeitlich unterschiedlichen Beanspruchungen bewirkt; die Klüfte sind durch Kalzit (weiß und gelblichweiß) verheilt.

Das Fehlen von Bankung, Feinschichtung, Sortierung, horizontal weit ausgreifenden Farbunterschieden, sowie starke tektonische Beanspruchungen machen eine fazielle Gliederung unmöglich. Das Gestein ist kalklutitisch mit wesentlich geringerem Tongehalt als die Knollenflaserkalke, mit denen es oft Übergänge sowohl horizontal als auch vertikal aufweist. Mn- und Fe-Krustenbildungen kommen erst im hangenden Bereich, wo auch eine Bankung einsetzt, vor.

Die Fauna unterliegt großen Schwankungen. Ihr unterschiedlicher Anteil zeigt gewisse Beziehungen zu den lithofaziellen Merkmalen und ist von den Sedimentationsverhältnissen abhängig (s. Kapitel 6.23).

Die Megafauna ist spärlich. Sie besteht vorwiegend aus Echinodermenschutt, der stellenweise soweit angereichert ist, daß Übergänge zu mittel- bis feinspätigen Echinodermen-Schuttkalken (Biokalkarenit) entstehen. Daneben kommen Brachiopoden, die nesterweise (häufig in den helleren Gesteinpartien) oder horizontgebunden (meist in den rötlichen) auftreten, vor. In all diesen Merkmalen läßt sich das Gestein gut mit der Fazies des Hierlatzkalkes (SIMONY 1859, SUESS 1852 u. a.) vergleichen, unterscheidet sich aber durch eine erheblich größere, stratigraphische Reichweite. Das häufige

Auftreten der Brachiopoden ist ein wesentlicher Unterschied gegenüber der Adneter-Fazies. Mollusken, die weit spärlicher vorkommen, sind durch auffallende Kleinwüchsigkeit gekennzeichnet.

Im Dünnschliff ist stets eine mikritische Matrix und nur stellenweise ein sammelkristallisiertes Zwischenmittel zu finden. Die Hauptmasse der im allgemeinen spärlichen Komponenten besteht neben den bereits erwähnten Echinodermen auch aus Foraminiferen. Daneben treten vorwiegend monaxone Schwammnadeln, die hier als Kieselsäurelieferanten anzusehen sind, sowie Brachiopoden und Molluskenschalenreste auf (s. Taf. 4, Fig. 2 und 3).

Die dominierende Farbe ist blaßrötlich, mit Abweichungen ins Hellere (bis weißlich) und ins Dunklere (tiefrot).

Die Hauptverbreitung liegt in der südlichen Allgäu- und in der nördlichen Lechtal-Einheit. So befinden sich die Vorkommen der Allgäu-Einheit an der Mehrenthaler-Wand (wahrscheinlich den ganzen Lias umfassend) und südlich davon an den Lokalitäten N-Kobel-Wand (26) bis N-Rotwandel-Kopf (27) - unt. Lias-. In der Lechtal-Einheit liegen sie im nördlichen Hochgernggebiet (fast den ganzen Lias sowie den Dogger umfassend) und erreichen hier große Mächtigkeiten, sowie an der "Eingefallenen-Wand" (unt. Lias) und in bestimmten Bereichen des nördlichen und südlichen Synklinoriums (wahrscheinlich den ganzen Lias umfassend), die mit Gebieten geringmächtiger Lias-Sedimentation zusammenfallen.

2.222 Rote Knollenflaserkalke ("Adneter-Kalke")

Dieser gebankte (meist im cm- bis dm-Bereich), kryptokristalline Kalk tritt oft in Wechsellagerung mit meist dünnen roten Mergellagen auf.

Er entspricht dem Adneter-Kalk ("Adnether Kalk") bei F. v. HAUER 1853, der diesen Faziesbegriff erstmals aufstellte. Das Gestein läßt einen deutlich unterschiedlichen Tongehalt erkennen, der eine Gliederung in tonreichere, weichere und tonärmere, härtere Bereiche ermöglicht, wobei beide fließend ineinander übergehen können. Die ersteren weisen meist hellere knollige Intraklaste, vorwiegend im cm-Bereich, auf. Die letzteren bestehen aus einem m.o.w. gleichmäßig dichten Kalk, der nur von Tonhäutchen durchzogen ist, die die Flaserstruktur bilden und auch auf der Oberfläche der Gesteinbänke gut ausgeprägt sind.

Die vertikale Fazies-Entwicklung zeigt in den Gebieten, wo der Knollenflaserkalk den größten Teil des Jura umfaßt, im allgemeinen kontinuierliche Gesetzmäßigkeiten. Der basale Teil ist meist im cm- bis dm-Bereich gebankt; gegen das Hangende nimmt die Bankmächtigkeit unter Zunahme der Flaserstruktur und der Knollenbildung ab.

Sedimentpetrographisch kann man von einem Gesteinkomplex aus Kalklutit und Detrituskalk oder Intraklastenkalk sprechen. Je nach Anreicherung und Zusammensetzung der Komponenten entwickelt sich eine Vielfalt von Übergängen sowohl horizontal als auch vertikal. Durch Anreicherung von Echinodermenresten treten sehr häufig Übergänge in Echinodermen-Schuttkalk (kalkarenitischer Fossilkalk oder Biokalkarenit) auf. Fe- und Mn-Ausscheidungen kommen häufig und in verschiedenen Formen vor. Sie treten als Krusten, Knollen, Überzüge von Fossilien (dunkle Filme) oder mit den Tonfasern zusammen auf, die sie stellenweise sogar ersetzen. Glaukonit konnte nur im Übergangsbereich zu den Fleckenkalken beobachtet werden. Die Megafauna besteht vorwiegend aus Echinodermen - besonders Crinoidenresten - und Mollusken, vor allem Cephalopoden. Die Verteilung ist sehr unterschiedlich. Die Echinodermenreste sind lagenweise, vor allem im unteren Lias,

angereichert. Hier haben auch die Belemniten eine größere Verbreitung.

Im Dünnschliff ist stets eine mikritische Matrix zu sehen. Sammelkristallisiertes Zwischenmittel ist nur stellenweise, etwas häufiger bei Anreicherung von Echinodermenresten, zu finden. Ebenso ist eine gewisse Feinschichtung sowie Sortierung (seltener) erkennbar. Die Komponenten bestehen außer aus den bereits erwähnten Echinodermen vorwiegend aus Foraminiferen (vor allem der Gattungen *Involutina*, *Lenticulina*, *Nodosaria*, *Fronticularia*, *Ammodiscus* u. a.). Daneben kommen Schwammnadeln (vorwiegend von *Monactinelliden*) und Molluskenreste vor. Ferner sind aufgearbeitete kalklutitische knollige Intraklaste nicht selten (s. Taf. 2, Fig. 2 und 3).

Das Gestein liegt konkordant auf meist gelbbraunen bis braunroten, in der Regel ooidisch-pseudoooidischen Kalken des Trias-Jura-Grenzbereichs. Der Fazies-Übergang kann sowohl kontinuierlich als auch mit Aufarbeitungserscheinungen erfolgen. Die Gesteinsgrundfarbe ist rot mit Abweichungen ins Fleischrote bis Bläurote (überwiegend in den flaserigen Bereichen) oder Tiefrote (in den knolligen Bereichen), wobei bei den Knollen stets hellere Farben herrschen. Buntere Farbtöne, nämlich grünliche oder violette, zeigen oft die Übergangsfazies zu den fleckigen bzw. grauen Kalken. Knollenflaserkalke sind im Gebiet weit verbreitet, vor allem in der Lechtal-Einheit. Die typische liassische Adneter-Fazies hat ihre Hauptverbreitung im Synklinorium. Als fazielle Anklänge sind die kleineren Vorkommen in der nördlichen Allgäu-Einheit (ob. *Sinemurium*, unt. *Pliensbachium*) bei Straßberg (3), Einfang (4), S-Mühlalp-Kopf und z. T. südlich der Mehrenthaler-Wand (nördlich Rotwandl-Kopf) aufzufassen.

2.223 Graue fleckige Kalke ("Fleckenkalk")

Dieser gebankte (im cm- bis dm-Bereich), fleckige, kryptokristalline

Kalk tritt stets in rhythmischem Wechsel mit dunkleren Mergel- und Tonmergellagen auf. Nähere Angaben über diesen im alpinen Jura weitverbreiteten Faziestyp finden sich bei J. SCHRÖDER (1925), F. ALBRECHT (1953), V. JACOBSHAGEN (1964, 1965) u. a. Tongehalt und Bankmächtigkeit weisen, vor allem in ihrer vertikalen Entwicklung, sedimentationsbedingte Gesetzmäßigkeiten auf. So nehmen in den nördlichen Bereichen (Zinn-Kopf-Mulde, Allgäu-Einheit), wo die Fleckenkalke sich kontinuierlich aus Tonmergeln des tiefen Lias entwickeln und auch ihre größte Mächtigkeiten erreichen, Tongehalt und Bankmächtigkeit zum Hangenden ab. Im höheren Unterlias (ob. Sinemurium) liegen die hellsten (tonärmeren) und dünnbankigsten (vorwiegend im cm-Bereich) Kalke des nördlichen Bereichs vor. Dagegen nehmen Farbintensität und Bankmächtigkeit in der weiteren vertikalen Fazies-Entwicklung zu den hangenden Mergeln und schiefrigen Tönen des oberen mittleren bzw. oberen Lias wieder zu.

Das kalklutitische Gestein enthält nur wenige, überwiegend biogene Komponenten, die je nach Anreicherung und Zusammensetzung Übergänge zu anderen Fazies bilden. Besonders häufig entstehen durch Anreicherung von Schwammnadeln spiculitische Kalke. Die Megafauna setzt sich hauptsächlich aus Mollusken (vor allem Cephalopoden und Lamellibranchiaten), daneben Brachiopoden und Echinodermenschutt zusammen. Die häufigsten authigenen Mineralbestandteile neben dem gesteinsbildenden Kalzit sind Pyrit und Glaukonit. Pyrit tritt vorwiegend unregelmäßig und fein verteilt, nicht an die Schichtung gebunden im Gestein (vor allem in tonreicheren Partien) auf. Stellenweise kommt er jedoch in Butzen (mm-Bereich) angehäuft (überwiegend in den helleren Kalken) oder in Form von Überzügen und Hohlraumfüllungen von Fossilien vor. Der Glaukonit bildet einzelne Körner mit einer größeren Häufigkeit in den helleren Kalken.

Im Dünnschliff ist stets eine mikritische Matrix mit relativ spär-

licher Mikrofauna (i. a. < 10%; "mudstone"-Ausbildung nach DUNHAM 1962). Sie besteht vorwiegend aus Schwammnadeln (Monactinellidae und Hexactinellidae), Foraminiferen, Echinodermen-Feinschutt und Radiolarien. In den Übergangsbereichen zu anderen Gesteinsfazies erfährt sie im allgemeinen eine starke Anreicherung. So nehmen beim Übergang in Knollenflaserkalke die Echinodermenreste und Foraminiferen stark zu, während zu Spiculiten eine starke Anreicherung der Schwammnadeln stattfindet. Ebenso ist eine stärkere Fossilschuttanreicherung in Bereichen mit geringer Sedimentationsmächtigkeit festzustellen. So ist z. B. innerhalb der Lechtal-Einheit, besonders im Hochgernggebiet mit seiner geringeren Wassertiefe und langsameren Sedimentation der Gehalt an Schwammnadeln größer als in den Bereichen der nördlichen Allgäu-Einheit.

Das Gestein ist je nach Tongehalt hellgrau bis dunkelblaugrau, während die Flecken stets dunkelgraue bis schwarze Farben aufweisen. Es ist im ganzen Gebiet verbreitet mit den größten Mächtigkeiten in den Bereichen der nördlichen Allgäu-Einheit, wo es den größten Teil des Lias bildet. In der Lechtal-Einheit ist es vor allem im Hochgernggebiet, an der Haaralp-Schneid (unterer Lias) sowie in Bereichen des Synklinoriums (oberer unterer bis unterer mittlerer und oberer Lias) verbreitet.

2.224 Spiculitische Kalke

("Hornsteinfleckenkalke" und "Hornsteinkalke")

Es sind gutgebankte Kalke (überwiegend im cm-, seltener im dm-Bereich), deren Bänke meist durch Mergelhäutchen oder -lagen getrennt sind. Der kalkige Anteil besteht, wie bei den Fleckenkalken, aus mikrofaunareichem lutitischem Sediment. Die Kieselsäure - je nach Gehalt - tritt in Form von einzelnen Kieselknauern (kompakte Hornsteine) über Linsen-Lagen bis zu schichtparallelen Bändern, die

stellenweise mehr als 50% der Bankmächtigkeit ausmachen, auf Stellenweise, z. B. bei den tiefliassischen Kieselgesteinen des Hochlerch-Silleck-Gebiets, kommt die Kieselsäure auch gleichmäßig im Gestein verteilt vor, oder sie bildet Zonen um die kompakten Hornsteine mit einer Zunahme gegen dieselben ("Verkieselungszentren"). Eine systematische Gliederung nach der Art des Auftretens der Kieselsäure ist zwar möglich, im Rahmen der vorliegenden Arbeit aber nicht unbedingt erforderlich. Zu den Spiculiten besteht ein fließender Übergang. Die Megafauna der Gesteine ist im allgemeinen spärlich.

Im Dünnschliff zeigen sie - zumindest stellenweise - eine gut erhaltene, mikritische Matrix, die ansonsten teilweise oder überwiegend silifiziert ist. Die Silifizierung ist fast ausschließlich durch Verdrängung erfolgt. Die Hauptmasse der Komponenten besteht aus Schwammnadeln. Daneben kommen stellenweise Radiolarien, Echinodermen- und Molluskenreste vor, wobei die Zu- oder Abnahme der einen oder anderen Faunen-Gruppe eine stratigraphische Deutung ermöglicht (z. B. Zunahme der Radiolarien zum Hangenden). Die Verteilung dieser biogenen Komponenten innerhalb der kalkigen und kieseligen Bereiche und einer Gesteinsbank ist vollkommen gleichmäßig und weist so auf eine sekundäre Mobilisierung des Kieselsäuregehaltes im Gestein hin. Hauptquellen der Kieselsäure sind vor allem die Kieselschwämme, daneben Radiolarien anzusehen.

Während bei den Gesteinen graue Farbtöne von hell- über mittel- bis dunkelblaugrau vorherrschen, zeigen die Hornsteine stets dunkle, meist sogar schwarze Farben. Kieselgesteine sind sowohl in der Allgäu- wie in der Lechtal-Einheit vertreten, allerdings zu verschiedenen Zeiten. Sie finden sich bevorzugt in den Übergangsbereichen zwischen den tonigen grauen Gesteinen und den blaßroten Kalken.

Die Hauptverbreitungsareale im Gebiet der Allgäu-Einheit sind die Zinn-Kopf-Mulde (Oberlias-Dogger) und die Vorkommen südlich der Mehrenthaler-Wand mit ihren westlichen und östlichen Ausläufern (ob. Mittellias, Oberlias-Dogger). In der Lechtal-Einheit liegen Vorkommen im Hochgern-, Haaralp-Kratzel-Schneidgebiet (unt. - mittl. Lias) und südlich davon im Gebiet der Linner-Mais-Alm sowie Einschaltungen in den Basiskalken der Hochlerch-Silleck-Mulde mit ihren östlichen Ausläufern (unt. Lias) und untergeordnete Lagen innerhalb der mächtigen Spiculite im Synklinorium (Oberwössener-, Rechenberg-Mulde und östlich).

2.225 Dunkelgraue Kalke

Es handelt sich um gebankte, teils feinspätige Kalke mit einer hellgraubraunen Verwitterungsfarbe, die bis einige cm tief in das Gestein eingreift. Während die Kalke makroskopisch m.o.w. einheitlich erscheinen, sind im Dünnschliff größere fazielle (sowohl sediment-petrographische als faunistische) Unterschiede festzustellen, die eine weitere Gliederung erforderlich machen. Die Gesteine weisen zwar einheitlich eine mikritische Matrix auf, die durch Umkristallisation oft nur stellenweise erhalten geblieben ist, jedoch unterscheiden sich die in ihr enthaltenen Komponenten deutlich voneinander. Sie sind sowohl biogener als auch abiogener authigener bzw. terrigener Herkunft. Je nach Verteilung und Häufigkeit entstehen so intraklastische Kalke (teilweise überleitend in Lamellibranchiaten-Kalke) und Quarz führende Kalke.

2.2251 Intraklastische Kalke

Diese gebankten (meist im dm-, seltener im cm-Bereich) Kalksteine stehen in Wechsellagerung mit dunkleren dünneren Mergel- und schiefrigen Tonmergellagen und weisen oft eine durch die reichlich vorhandenen Mollusken wulstige Oberfläche auf. Die Megafauna besteht

fast ausschließlich aus Mollusken, deren größten Anteil die Lamellibranchiaten (besonders Pectiniden) ausmachen. Letztere sind lagenweise so stark angereichert, daß man von Lamellibranchiaten-Lamachellen (s. 2.212) sprechen kann. Diese bilden allerdings nur untergeordnete, rasch auskeilende Einschaltungen. Daneben kommen vereinzelte Brachiopoden sowie Einzelkorallen vor.

Im Dünnschliff findet sich eine intraklasten- und faunareiche mikritische Matrix, die oft eine weitgehende Sammelkristallisation, vor allem in den komponentenreicheren Gesteinpartien, aufweist. In ihr schwimmen die Komponenten ohne sich gegenseitig abzustützen ("wackestone"-Struktur nach DUNHAM 1962). Sie machen den größten Teil des Gesteins aus, wobei der abiogene Anteil meist überwiegt. Letzterer besteht aus Intraklasten, deren Hauptmasse eine Korngröße von 0,1 bis 0,15mm aufweist (intraklastischer Kalkarenit). Die Intraklaste sind dunkel, kalklutitisch, stets ohne Sammelkristallisation, mit relativ reichlichem Pyrit durchstäubt. Ferner finden sich noch vereinzelte Glaukonitkörner. Die biogenen Komponenten bestehen vorwiegend aus Foraminiferen, deren Hohlraumfüllung oft die gleiche Ausbildung wie die der Intraklaste zeigt, sowie Echinodermenschutt, Schwammnadeln und Molluskenschalenresten (s. Taf. 1, Fig. 1).

Das mittelgraue Gestein zeigt stets eine braungraue bis graubraune Verwitterungsfarbe, die wie bei den Kössener-Kalken bis zu einigen cm tief eingreifen kann. Der lamellibranchiatenführende Partikelkalk ist nur im Bereich der Allgäu-Einheit, und zwar im Becken-Gebiet der Zinn-Kopf-Mulde verbreitet, wo er an den untersten Lias (Hettangium) gebunden ist und aus den Kössener Schichten hervorgeht. Ähnliche Gesteine kommen - als Schutt - in der östlichen Fortsetzung (Wunder-Graben) vor.

2.2252 Quarz-führende Kalke

Dieser dunkelgraue gebankte Kalklutit tritt mit dunklen Tonmergeln und Mergeln entweder in Wechsellagerung oder als Einschaltungen auf. Die Bänke, deren Mächtigkeit im Mittel 10-30cm beträgt, weisen ziemlich häufig wulstige Oberflächen auf. Die Megafauna besteht auch hier vorwiegend aus Lamellibranchiaten (Ostreiden, Gryphaeen), die stellenweise stärker angereichert sind. Hierher gehören auch die in der Literatur erwähnten Gryphaeenkalke (GALL 1970).

Im Dünnschliff findet sich stets eine mikritische Matrix, die teilweise umkristallisiert ist. Die in ihr enthaltenen Komponenten - in "wackestone"-Struktur - sind überwiegend abiogener Herkunft. Am häufigsten ist Quarzsand, dessen Körner auffallend kantig und wolkig angereichert sind. Ihre Korngröße liegt von 0,05 - 0,2mm (im Mittel bei 0,1 - 0,15mm). Sehr häufig kommt Glaukonit vor, dessen Körner meist rundlich-ovale Formen zeigen und eine Größe von 0,1 - 0,2mm (im Mittel 0,15mm) aufweisen. Daneben findet sich stets fein verteilter Pyrit. Die häufigsten biogenen Komponenten sind Algenklümpchen mit einer Größe von 0,1 - 0,15mm. Ziemlich häufig treten Foraminiferen, Muschelschalenreste sowie Holothurienrädchen auf (s. Taf. 1, Fig. 2 und 3).

Die Verbreitung des Gesteins beschränkt sich auf die Allgäu-Einheit und deckt sich mit der der tiefliassischen Tonmergel und Mergel.

2.226 Hellgraue Kalke

Es sind hell- bis grüngraue, nicht gefleckte, dünnbankige (im Mittel 5cm) Kalke, deren Bänke oft durch dünne (meist im mm-Bereich) Tonmergellagen getrennt sind. Gelegentlich führen sie kleine dunkle Kieselknollen, die eine Größe bis zu einigen cm erreichen. Das kalklutitische Gestein weist im allgemeinen eine spärliche Megafauna auf.

Im Dünnschliff findet sich stets eine mikritische Matrix, die nur stellenweise umkristallisiert ist. In ihr schwimmen Komponenten fast ausschließlich biogener Herkunft, ohne sich gegenseitig abzustützen ("wackestone"-Struktur). Sie bestehen vorwiegend aus Echinodermenresten, daneben Schwammnadeln (vorwiegend von Monactinelliden), Radiolarien und Foraminiferen, wobei sich der Echinodermenschutt zum Hangenden anreichert und so eine Übergangsfazies zu Echinodermen-Schuttkalk bildet, während die übrigen Fossilreste eine stärkere Abnahme erkennen lassen. Ferner sind noch vereinzelte Molluskenschalenreste vorhanden.

Die grünlichen Farbtöne sind auf Eisensilikate zurückzuführen, jedoch nicht auf Glaukonit, wie bereits in der Literatur bekannt ist (MATHUR 1973, S. 202). Sie treten als feine Imprägnation, nicht in körniger Form, auf. Die Kalke sind nur im Hochgern-Gebiet verbreitet und bilden einen Teil der tiefliassischen Kalke und spiculitischen Kalke (Basiskalke).

2.3 KIESELIGE GESTEINE

2.31 Spiculite ("Spongiolite")

Als Spiculite werden Gesteine bezeichnet, die im Durchschnitt einen Anteil von mehr als 50% Kieselsäure führen. Sie weisen eine sehr gut ausgeprägte Bankung (meist im cm-Bereich) auf. Die Bänke sind oft durch Mergelhäutchen und geringmächtige Mergellagen voneinander getrennt. Sie zeigen stets eine vielfache Wechsellagerung von Echinodermen-Schuttkalken mit kieselsäurereichen Lagen, die fließend (sowohl horizontal als auch vertikal) ineinander übergehen. Solche Übergänge sowie Wechsellagerungen von echinodermenreichen und -armen Spiculiten, die durch rhythmische Wiederholungen bis in den mm-Bereich herab vorkommen, treten auch innerhalb einer

Bank auf. Die nicht oder wenig silifizierte karbonatische Anteile lassen stets einen mittel- bis feinspätigen, stellenweise geschichteten und (oder) sortierten Echinodermenschutt erkennen.

Die Kieselsäure tritt vorwiegend diffus als gleichmäßige Imprägnation im Gestein auf. Als Hauptquelle der Kieselsäure sind die Schwammnadeln anzusehen. Die Übergangslagen zeigen stets durch Zu- oder Abnahme des Verhältnisses von Schwammnadeln zu Echinodermenresten eine kieselsäurereichere oder -ärmere Ausbildung. Die Silifizierung konnte immer als "Verkieselung" im Sinne von FÜCHTBAUER & MÜLLER (1970) gedeutet werden. Eine gewisse Schichtgebundenheit sowie das Fehlen von durchgreifenden Kontakten weisen auf ein frühdiaogenetisches Stadium hin.

Im Dünnschliff ist stellenweise Tongehalt zu beobachten, der eine primär vorhandene Matrix vermuten läßt. In kieselsäurefreien Partien, die einen hohen Anteil an Echinodermenschutt führen, besteht das Zwischenmittel aus sammelkristallisiertem, stets mikrokristallinem Kalkspat. Die Hauptmasse der Komponenten besteht aus Schwammnadeln mit einem wesentlichen Anteil an Echinodermen-, besonders Crinoidenresten (der lagenweise stark zu- oder abnehmen kann), daneben Radiolarien und Foraminiferen. Die Erhaltung der Komponenten ist meist sehr schlecht. Während die bereits durch Transport abgerundeten Echinodermenreste von der Kieselsäure, wie stellenweise buchtig-lappige Komponentengrenzen anzeigen, zumindest randlich silifiziert sind, sind die Schwammnadeln meist stärker verändert und im Dünnschliff nur unter optimalen Beleuchtungsverhältnissen (z.B. besonderer Winkel und Stärke des Durchlichts) erkennbar, wobei meist eine Einregelung der stets zerfallenen Schwammnadeln zu beobachten ist. FABRICIUS (1966) erkannte Echinodermenbruchstücke in Lias-Kieselkalken als Verkieselungszentren. Diese Erkenntnis stützt den im Gebiet gewonnenen Eindruck, daß das optimale Auftreten von

Kieselsäure (Schwammnadeln) mit Echinodermenresten im Zusammenhang steht.

Die Gesteine treten meist in hellbraungrauer bis graubrauner, seltener in grauer, grünlicher oder roter Farbe auf. Im ganzen Gebiet kommen sie in den Verbreitungsbereichen der spiculitischen Kalke als untergeordnete Einschaltungen vor. So sind sie in der Allgäu-Einheit erst südlich der Mehrenthaler-Wand anzutreffen (oberer Mittel- bis Oberlias).

Gesteinsbildend in größerer Mächtigkeit treten sie jedoch nur in der Lechtal-Einheit, und zwar im Bereich des Synklinoriums, auf, wie die Vorkommen der Oberwössener-Mulde und ihre östlichen Ausläufer über Rechenberg- und Sulzgraben-Kopf-Gebiet (oberer mittlerer Lias und Lias/Dogger) anzeigen. Als Einschaltungen kommen sie auch in den "Basiskalken" bzw. "Basiskieselkalken" der Hochlerch-Silleck-Mulde (unt. Lias) vor.

3. FAUNENBESCHREIBUNG (Cephalopoda)

Einleitung

Wegen der starken faziellen Differenzierung und tektonischen Beanspruchung der liassischen Gesteine im Gebiet wurde besondere Aufmerksamkeit auf die Aufsammlung von Fossilien, vor allem von stratigraphisch wichtigen Arten, gelegt. Sie bilden die wichtigsten Anhaltspunkte für Korrelationen, da solche nach rein sedimentpetrographischen Gesichtspunkten, besonders im alpinen Jura, weniger gut durchführbar sind und nur bei unzureichendem Fossilinhalt auf dieser Grundlage vorgenommen werden sollten.

Deshalb wurde vor allem den Ammoniten, die bekanntlich die horizontbeständigsten Leitformen im Jura stellen, besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Sie werden in einem eigenen Kapitel behandelt. Beschrieben werden nur solche Arten, die paläontologisch-stratigraphisch von besonderem Interesse sind und deren Erhaltungszustand eine solche Behandlung erlaubt. Auf die übrigen Faunengruppen wird nur im palökologischen Teil eingegangen.

Ferner soll die Verbreitung der Fauna - sowohl horizontal wie vertikal - berücksichtigt werden, vor allem sofern sie vergleichende Aussagen zu der der direkt anschließenden Gebiete, aber auch größerer Ablagerungsräume (z.B. Germanisches Becken) erlaubt.

Paläontologisch wichtige Beobachtungen und gewonnene Vorstellungen, vor allem ökologischer Natur, werden im Kapitel Palökologie behandelt.

Die Ammonitenfauna

Material: Ein großer Teil des Materials wurde horizontal entnommen. Fast ausschließlich handelt es sich um Exemplare in Steinkernerhaltung, deren Gewinnung nur aus weniger harten Gesteinen (z.B. mergeligere Kalke), die auch am fossilreichsten sind, in befriedigender Zahl erfolgen konnte. Meistens wurden nur Bruchstücke oder unvollständige Exemplare (vorwiegend Innenwindungen) erhalten. Stärkere tektonische Beanspruchungen sind ein gewohntes Bild.

Methodik: Bei der Bestimmung der Fossilien wurden - soweit möglich - die taxionomisch wichtigen Merkmale datenmäßig erfaßt, um Fehler, die durch eine subjektive Beschreibung entstehen, zu vermeiden. Folgende Merkmale wurden gemessen: Durchmesser, Nabelweite, Windungshöhe, Windungsbreite (nur bedingt). Ebenso wurde die Rippenzahl ermittelt, wobei der entsprechende Umgang in eine große (erste Zahl) und eine kleine Hälfte (zweite Zahl) geteilt wurde, um bei unvollkommen erhaltenen Bruchstücken die Fehlerquote einzuengen.

<u>Abkürzungen:</u>	DM	=	Durchmesser
	NW	=	Nabelweite
	WH	=	Windungshöhe
	WB	=	Windungsbreite
	WQ	=	Windungsquerschnitt
	WK	=	Wohnkammer
	UR	=	Umbilikalrippen
	gH	=	Große Umgangs-Hälfte
	kH	=	Kleine Umgangs-Hälfte
	SR	=	Sekundärrippen
	E	=	Einschnürungen

Systematik: Die Systematik wurde - sofern keine modernere Literatur zur Verfügung stand - nach ARKELL et al. (Treatise, 1957) durchgeführt. Für die bei F.A. QUENSTEDT ("Die Ammoniten des schwäbischen Juras") abgebildeten Ammoniten wurden die in der "Deutschen Subkommission für Jura-Stratigraphie" (1973) angewandten Genera und Subgenera übernommen.

Nautiloidea	
Nautilaceae	de BLAINVILLE 1825
Nautilidae	de BLAINVILLE 1825
Genus Cenoceras	HYATT 1884
Cenoceras inortatus	(d' ORBIGNY)

1842 Nautilus inortatus d'Orbigny. -
D'ORBIGNY, Paleont. franc. Terr. jurass. Cephal.,
S. 152, Taf. 28.

1893 Nautilus inortatus d'Orbigny. -
G. GEYER, Mittellias, Ceph. d. Schafberges,
S. 62-63, Taf. IX, Fig. 6-8.

Material: Ein unvollständiger Steinkern und ein Bruchstück in roter und violettgrauer Fazies.

Bemerkungen und Vergleiche: Das Exemplar läßt sich bezüglich des WQ-, WB-, WH-Verhältnisses, des Kammerscheidewände-Verlaufes und der Sipholage mit den Exemplaren GEYER's aus dem Mittellias des Schafberges vergleichen.

Vorkommen und Verbreitung von C. inortatus: Vor allem Tethys, Europa; ? unt. Lias; mittl. Lias-Dogger.

+) Fundort: Einfang (4), Schutt.

Phylloceratina	ARKELL 1950
Phyllocerataceae	ZITTEL 1884
Phylloceratidae	ZITTEL 1884
Phylloceratinae	ZITTEL 1884
Genus Phylloceras	SUESS 1865
Phylloceras cf. subfrondosum	DEL CAMPANA

+) Die Fossilfundpunkte werden im Anhang in einem gesonderten Verzeichnis aufgeführt.

- cf. 1900 *Phylloceras subfrondosum* n. sp. -
DEL CAMPANA, Cef. del Medolo di Valtrompia,
S. 169, Taf. VII, Fig. 14-15.
- cf. 1934 *Phylloceras subfrondosum* DEL CAMPANA. -
NEGRI, Rev. delle Amm. Lias della Lomb. occid.,
S. 122(38)-123(39), Taf. X(II), Fig. 8-9.

Material: Zwei unvollständige Steinkerne in grauer Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Phylloceras subfrondosum*:
Europa (Tethys); mittl. Lias.

Fundort: Einfang (4), horizontiert und Wunder-Graben (19), Schutt.

Phylloceras tenuistriatum (MENEGHINI)

- 1868 *Ammonites tenuistriatus* MENEGHINI. -
v. RATH, Die Berge von Campiglia, S. 321.
Phylloceras tenuistriatum Meneghini. -
J. SCHRÖDER, Die Amm. d. jur. Fleckenmergel i. d.
Bayer. Alpen, S. 126-127, Taf. VII(1), Fig. 5, 6.

Material: Steinkern in Fleckenmergelkalk.

Vorkommen und Verbreitung: Tethys, nach J. SCHRÖDER aus
der "Hochregion des Unterlias". Im Gebiet wurde die Art im Be-
reich des mittl. Lias gefunden.

Fundort: Haargaß-Graben (18), Schutt.

Genus *Partschiceras* FUCINI 1923

Partschiceras partschi (STUR)

- 1851 *Ammonites Partschi* Stur. -
STUR, Die liassischen Kalksteingebilde von Hirtenberg
und Enzesfeld, S. 26.
- 1886 *Phylloceras partschi* (STUR). -
G. GEYER, Ueber d. liass. Cephal. d. Hierlatz bei
Hallstatt, S. 216(4)-218(6), Taf. I, Fig. 6.

Material: Halbes großwüchsiges Exemplar in Steinkernerhaltung
aus der Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Europa (vor allem Tethys), weitver-
breitet im Pliensbachium.

Fundort: Mehrenthaler-Weg (15), Schutt. Zu dieser Art kann - mit
Vorbehalt ("cf.") - auch ein unvollständiger Steinkern in Adneter-
Fazies von SW-Rechenberg-Mulde (52), horizontiert, gezogen werden.

Calliphyloceratinae SPATH 1927

Genus Calliphyloceras SPATH 1927

Calliphyloceras cf. emeryi (BETTONI)

cf. 1900 Phylloceras emeryi n.f. -
 A. BETTONI, Foss. Domer. della Prov. di Brescia,
 S. 49, Taf. 4, Fig. 2-4.

cf. 1967 Calliphyloceras emeryi (BETTONI 1900). -
 B. Geczy, Amm. jurass. d. Csernye, Mont. Bakony,
 S. 24-25, Taf. VII, Fig. 1.

Material: Steinkern eines großwüchsigen Exemplars in Adneter-
Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Calliphyloceras emeryi: Tethys
(vor allem Italien), Pliensbachium.

Fundort: NW-Rechenberg-Mulde (49), horizontiert.

Juraphyllitidae ARKELL 1950

Genus Juraphyllites MÜLLER 1939

Juraphyllites sp.

Material: Abdruck in Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Juraphyllites: Tethys (vor
allem Italien), mittl. Lias (Pliensbachium).

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Genus Schistophylloceras HYATT 1900

? Schistophylloceras aulonotum (HERBICH)

? 1878 Phylloceras aulonotum. -
 F. HERBICH, Das Széklerland, S. 115, Taf. 20.

? 1952 Schistophylloceras aulonotum (HERBICH). -
 W. LANGE, Der unt. Lias am Fonsjoch,
 S. 79-82, Taf. 10, Fig. a, b.

Material: Unvollständiger Steinkern in roter Kalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Schistophylloceras aulonotum:
Europa; Hettangium.

Fundort: Sulzenmoos-Graben (54), horizontiert.

Genus Harpophylloceras SPATH 1927

Harpophylloceras cf. *eximius* (HAUER)

cf. 1854 Amm. *eximius*. -
F. HAUER, Beitr. z. Kenntn. d. Heterophyllen,
S. 5, Taf. II, Fig. 1-4.

cf. 1942 Rhacophyllites *eximius* Hauer. -
L. KOVACS, Monogr. d. liass. Amm. d. nördl.
Bakony, S. 120-122, Taf. II, Fig. 15.

Material: Teilweise erhaltene Steinkerne mit Abdrücken in
Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Harpophylloceras eximius*:
Europa (vor allem Ungarn und Österreich); Pliensbachium.

Fundort: Mehrenthaler-Weg (15), Schutt.

Lytoceratina HYATT 1889

Lytocerataceae NEUMAYR 1875

Ectocentridae SPATH 1926

Genus Ectocentrites CANAVARI 1888

Ectocentrites *petersi italicus* (MENECHINI)

1882 *Lytoceras* (?) *italicum* (Menegh. Ms.). -
M. CANAVARI, Unt. Lias von Spezia,
S. 158(36), Taf. XVII(III), Fig. 21.

1898 Ectocentrites *Petersi* Hau. mut. *Italicus* Men. (Can.). -
F. WÄHNER, Beitr. z. Kenntn. d. tief. Zonen d.
unt. Lias i. d. nordöstl. Alpen, Teil 8,
S. 166(279)-168(281), Taf. XXI(LXII), Fig. 1-6.

Material: Eine Vielzahl von Steinkernen, Abdrücken und Bruch-
stücken in Fleckenmergel und -kalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Tethys; unt. Sinemurium
(Bucklandi-Zone, Rotiforme-Subzone).

Fundort: Wunder-Graben (19), Schutt, und Einfang (4), hori-
zontiert.

Genus *Peltolytocras*

Peltolytocras (?) cf. *giordanii* (BONARELLI) 1899

cf. 1899 Ectocentrites Giordanii n.f. -
G. BONARELLI, Ceph. sinem. dell' Appen. centrale
S. 75(21)-76(22), Taf. X(III), Fig. 4, 5.

Material: Unvollständiger Steinkern in Adneter-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Peltolytoceras (?) giordanii:
Tethys (vor allem Italien); Sinemurium.

Fundort: S-Kruchtenhausen (62), Schutt.

Derolytoceratidae	SPATH 1927
Genus Derolytoceras	ROSENBERG 1909
Derolytoceras sp.	

Material: Einzelner Steinkern in kieseliger Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Europa, Tethys (vor allem Italien);
Ob. Pliensbachium.

Fundort: Kreuz-Graben (13), horizontiert.

Lytoceratidae	NEUMAYR 1875
Lytoceratinae	NEUMAYR 1875
Genus Lytoceras	SUESS 1865
Lytoceras cf. fimbriatum	(SOWERBY)

cf. 1818 AMMONITES fimbriatus. -
J. SOWERBY, Mineral. conchol. of Gr. Brit. Vol. II,
S. 145, Abb. 164.

Material: Unvollständiger Abdruck in feinspätiger Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Lytoceras fimbriatum: Europa;
unt. Pliensbachium.

Fundort: Sulzgraben-Kopf (57), horizontiert, und Maximilianshütte
(1), Schutt.

Lytoceras cf. fimbriatoides	GEMMELLARO
-----------------------------	------------

cf. 1884 Lytoceras cf. Fimbriatoides, Gemmellaro. -
G.G. GEMMELLARO, Sui Foss. degli Str. a. Terebr.
Asp. etc., S. 13-15, Taf. III, Fig. 20-23.

cf. 1967 Lytoceras fimbriatoides GEMMELLARO 1884. -
B. GECZY, Amm. Jurass. de Csernye, Mont. Bakony,
S. 60-61, Taf. XVII, Fig. 1.

Material: Einseitig freigelegte innere Windungen eines Steinkernes in Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Lytoceras fimbriatoides*: Europa, Tethys (vor allem Italien); Pliensbachium.

Fundort: N-Hocherb-Alm (17), horizontalisiert.

Lytoceras cf. *ovimontanum* GEYER

cf. 1893 *Lytoceras ovimontanum* nov. sp. -
G. GEYER, Mittell. Cephal. d. Schafberges,
S. 55-56, Taf. VII, Fig. 1a-c.

Material: Zwei teilweise erhaltene Steinkerne in Adneter-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Lytoceras ovimontanum*: Europa (Ungarn und Österreich); Mittellias, Margaritatus-Zone.

Fundort: Sulzenmoos-Graben (54), horizontalisiert.

Lytoceras cf. *haasi* GECZY

cf. 1967 *Lytoceras haasi* nov. sp. -
B. GECZY, Amm. Jurass. d. Csernye, Mont. Bakony,
S. 59-60, Taf. XVI, Fig. 3.

Material: Abdruck in feinspätigem hellem Kalk.

Vorkommen und Verbreitung von *Lytoceras haasi*: Europa (Italien, Ungarn); mittl. Lias, Pliensbachium.

Fundort: Sulzgraben-Kopf (57), horizontalisiert.

Nannolytoceratidae SPATH 1927

Genus *Audaxlytoceras* FUCINI 1923

Audaxlytoceras apertum (GEYER)

1893 *Lytoceras apertum* nov. sp. -
G. GEYER, Mittelliasische Cephal. d. Schafberges,
S. 57-59, Taf. VII, Fig. 3-6.

Material: Zwei teilweise beschaltete, unvollständige Exemplare und einige Bruchstücke in Adneter-Fazies.

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	DM mm	mm	NW %	mm	WH %	mm	WB %	UR	E
Exemp. 1	31	16	51,6	9,5	30,6	9	29	-	4
Exemp. 2	21,5	10	46,5	6,5	30,2	5,5	25,5	-	4

Vorkommen und Verbreitung: Tethys-Bereich; mittlerer Lias.

Fundort: N-Sulzgraben-Kopf (57), horizontiert.

Ammonitina	HYATT 1889
Psilocerataceae	HYATT 1867
Psiloceratidae	HYATT 1867
Psiloceratinae	HYATT 1867
Genus Parapsiloceras	HYATT 1900
Parapsiloceras cf. calliphyllum	(NEUMAYR)

- cf. 1879 Aegoceras calliphyllum n. f. -
M. NEUMAYR, Zur Kenntn. d. Fauna d. unt. Lias
i. d. Nordalpen, S. 27, Taf. IV, Fig. 5.
- cf. 1952 Psiloceras (Paraphylloceras) calliphyllum (NEUMAYR). -
W. LANGE, Der unt. Lias am Fonsjoch,
S. 112-114, Taf. 13, Fig. 13.

Material: Unvollständig erhaltener Steinkern in Adneter-Fazies.

Merkmal	DM	mm	NW	%	mm	WH	%	mm	WB	%
werte:	24, 2	(8, 8)	(36, 4)	(8, 2)	(34)	(7)	(29)			

(in Klammern: z. T. geschätzt)

Bemerkungen und Vergleiche: Das Exemplar läßt sich mit der von LANGE bearbeiteten Form bezüglich Nabelweite und Skulptur vergleichen, jedoch ist seine Externseite deutlich flacher ausgebildet und das Verhältnis WH:WB dementsprechend kleiner. Ähnliche Formen beschreibt auch WÄHNER (1886) aus den nordöstlichen Alpen.

Die Untergattung Paraphylloceras SALFELD 1919 wurde von LANGE (1952) der Gattung Psiloceras unterordnet. Nach ARKELL et al. in Treatise (1957) ist Paraphylloceras mit dem Genus Parapsiloceras HYATT 1900 identisch.

Vorkommen und Verbreitung von Parapsiloceras calliphyllum:
Alpen; unterer Lias (Hettangium).

Fundort: Sulzenmoos-Graben (54), horizontiert.

Parapsiloceras cf. gernense (NEUMAYR)

- cf. 1879 Aegoceras Gernense n. f. -
M. NEUMAYR, Zur Kenntn. d. Fauna d. unt. Lias
i. d. Nordalpen, S. 30, Taf. V, Fig. 3.
- cf. 1952 Psiloceras (Paraphylloceras) sp. n. aff. gernense
(NEUMAYR). - W. LANGE, Der unt. Lias am Fonsjoch
u. seine Ammonitenf., S. 125, Abb. 58-59, Taf. 14, Fig. 12.

Schlotheimiidae SPATH 1923

Genus Saxoceras LANGE 1924

cf. *Saxoceras costatum* LANGE

cf. 1924 *Saxoceras costatum* W. LANGE.-
W. LANGE, Über die Psilonotenst. u. d. Amm. d.
unt. Lias Norddeutschlands, S. 194-195.

cf. 1941 *Saxoceras costatum* W. LANGE.-
W. LANGE, Die Amm. d. Psiloceras-Stufe Nord-
deutschlands, S. 131-132, Taf. XIII, Fig. 1-4.

Material: Einzelner Steinkern mit wahrscheinlich vollständig er-
haltenem Phragmokon und ein Bruchstück in Adneter-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>								
<u>werte:</u>	mm	mm	NW	%	mm	WH	%	WB	UR 30
	46	20,5	44,5	14	34,8	13,5	15	15	(14-15)

Beschreibung: Das Gehäuse ist mittelgroß und evolut. Der WQ ist rundlich mit leicht abgeflachten Flanken, wobei die WH nur geringfügig größer ist. Die größte WB liegt bei der ersten Hälfte der Flanke. Die Skulptur besteht aus radial bis leicht rückwärts verlaufenden Rippen, die über die Externseite mit einer leichten Vorbiegung hinwegziehen.

Bemerkungen und Vergleiche: Das vorliegende Stück stimmt bezüglich der NW, des WQ- und UR-Verlaufes auf der Flanke und der teilweise erhaltenen Suture mit dem *Saxoceras costatum* LANGE überein (s. LANGE 1941, S. 132, Abb. 108). Das markanteste Merkmal jedoch, nämlich die Ausbildung der Externseite, ist hier nur stellenweise erhalten und läßt keine "Furche" (im Sinne LANGE) oder stärkere Abschwächung des Rippenverlaufs über die Externseite erkennen. Ferner weist LANGE's Holotyp eine dichtere Be-
rippung auf (nämlich bei entsprechendem DM 8 Rippen mehr).

Vorkommen und Verbreitung von *Saxoceras costatum*: Norddeutschland; Psiloceras-Schichten.

Fundort: S-Kruchenhausen (62), horizontiert.

Genus Schlotheimia BAYLE

Schlotheimia angulata (SCHLOTHEIM)

1951 *Schlotheimia* (*Scamnoceras*) *angulata* (SCHLOTHEIM).-
W. LANGE, Die Schlotheiminae aus d. Lias Alpha
Norddeutschland, S. 31-40, Taf. I, Fig. 1-4, Taf. II, Fig. 1.

Material: Kleinwüchsiger pyritisierter unvollständiger Steinkern in grauer Mergel-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Europa; Hettangium (oberes), Angulata-Zone.

Fundort: Kreuz-Graben (13), horizontiert.

? *Schlotheimia extranodosa* (WÄHNER)

1886 *Aegoceras extranodosum* nf. -
F. WÄHNER, Beitr. z. Kenntn. d. tief. Zonen d. unt.
Lias i. d. Nordöstl. Alpen, Teil 3,
S. 168(67)-171(70), Taf. XX, Fig. 7-11.

Material: Unvollständiger, verdrückter Steinkern in massiger roter Kalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Europa, Tethys; Hettangium (Extranodosa-Subzone).

Fundort: E-Silleck-Mulde (36), horizontiert.

Genus *Coroniceras* HYATT 1867

Coroniceras (*Metophioceras*) *caesar* (REYNES)

1879 *Ammonites Caesar* REYNES. -
P. REYNES, Monographie des Amm. Lias,
Taf. XVIII, Fig. 1-3.

1966 *Coroniceras* (*Metophioceras*) *caesar* (REYNES, 1879). -
S. GUERIN-FRANLATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 182-184, Taf. 70

Material: Unvollständiger Steinkern in Fleckenkalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>									
<u>werte:</u>	mm	mm	NW	%	mm	WH	%	WB	gH	UR 52 kH
	58	34	(58,6)	?	12	(? 20,6)	-	-	26	(26)

(in Klammern: z. T. geschätzt).

Bemerkungen und Vergleiche: Das markanteste Merkmal an dem Exemplar, nämlich der Verlauf der Rippen, läßt sich am besten mit dem GHERIN-FRANLATTE's in Taf. 70 abgebildeten Exemplar vergleichen. Die etwas größere NW beim vorliegenden Stück ist wahrscheinlich auf die Verdrückung zurückzuführen.

Vorkommen und Verbreitung: Frankreich; Bucklandi-Zone (Conybeari-Subzone).

Fundort: S-Aschauer-Zipf (14), Schutt.

Genus Epammonites

SPATH 1922

Epammonites (?) cf. aglae

(REYNES)

cf. 1879 Ammonites Aglae REYNES, -
P. REYNES, Mon. d. Amm. Lias,
S. 3, Taf. XX, Fig. 10, 11.

cf. 1966 Epammonites aglae (REYNES 1879). -
GUERIN-FRANCIATTE, Amm. d. Lias Inf. d. France,
S. 218-219, Taf. 107, Fig. 1.

Material: Einzelner unvollständig erhaltener Steinkern, der in zwei Seitenhälften gespalten in Fleckenkalk-Fazies vorliegt.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>	<u>%</u>	<u>WH</u>	<u>%</u>	<u>WB</u>	<u>UR</u> 52
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	<u>mm</u>			<u>mm</u>			<u>gH</u> <u>kH</u>
	27	15	55,5		7,2	26,5	-	26 (26)

(in Klammern: z. T. geschätzt)

Beschreibung: Relativ mittelgroßes evolutes Gehäuse mit hoch-ovalem WQ. Dieser wird durch die etwas abgeflachten Flanken und eine Externseite, die aus einem zarten Kiel mit seichten Furchen besteht, umgrenzt. Die Skulptur besteht aus dichten, gleichmäßig ausgebildeten Rippen, die bei den inneren Windungen einen radialen, bei den äußeren einen leicht nach vorne geneigten und etwas sichelförmigen Verlauf aufweisen.

Bemerkungen und Vergleiche: Das Stück läßt sich bezüglich NW, WQ und UR am besten mit dem Holotyp REYNES sowie mit den von GUERIN-FRANCIATTE bearbeiteten Exemplaren vergleichen. Es unterscheidet sich durch die weniger ausgeprägte Externseite (Kiel und Furchen) und die um etwa 8 Rippen - beim entsprechenden DM - feinere Skulptur. In Bezug auf letztere ähnelt es dem Exemplar von Metophioceras ophioides (D'ORBIGNY), das in REYNES (1879, Taf. XV, Fig. 8,9) abgebildet ist, bei dem sich die Rippen aber merklich stärker vorneigen und das eine größere NW besitzt.

Vorkommen und Verbreitung von Epammonites aglae: Frankreich; Unterer Lias (Bucklandi-Zone).

Fundort: S-Aschauer-Zipf (14), horizontiert.

? Vermiceras (Epammonites) latisulcatus (QUENSTEDT)

? 1883 Ammonites latisulcatus. -
F. A. QUENSTEDT, Die Amm. d. schwäb. Jura, Bd. I,
S. 85, Taf. 12, Fig. 1-3, 4.

? 1966 Epammonites latisulcatus (QUENSTEDT). -
GUERIN-FRANCIATTE, Amm. d. Lias Inf. d. France,
S. 214-215, Taf. 101.

? 1973 Vermiceras (Epammonites) latisulcatus (QUENSTEDT). -
"Deutsche Subkommission für Jura-Stratigraphie".

Material: Zwei Bruchstücke von Steinkernen in dunkler Mergel-
bzw. heller Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Epammonites latisulcatus: Europa
(vor allem schwäb. Jura); Unt. Sinemurium, Bucklandi-Zone.

Fundort: Kreuz-Graben (13), horizontiert; S-Aschauer-Zipf (14),
Schutt.

Arietitidae HYATT 1874

Arietitinae HYATT 1874

Genus Vermiceras HYATT 1889

Vermiceras (?) aff. spiratissimum (QUENSTEDT)

aff. 1852 Ammonites spiratissimus. -
F.A. QUENSTEDT, Handbuch d. Petrefactenkunde,
S. 355, Taf. 27, Fig. 9.

aff. 1963 Arietites (Vermiceras) spiratissimum (QUENSTEDT). -
W. BLIND, Die Amm. d. Lias alpha aus Schwab. von
Fonsj. u. Bretenb. u. ihre Entwickl., S. 102, Taf. 5, Fig. 2.

aff. 1966 Vermiceras spiratissimum (QUENSTEDT). -
GUERIN-FRANCIATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 220-22, Taf. 108, Fig. 1-3.

Material: Innere Windungen aus einem einzelnen Exemplar in Stein-
kernerhaltung.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>							
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	<u>mm</u>	<u>NW</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>WH</u>	<u>%</u>	<u>WB</u>
	19	8		46,8	5,5		28,9	-
								(16-18)

(In Klammern: z. T. geschätzt).

Beschreibung: Gehäuse kleinwüchsig, evolut mit m.o.w. rundem
Mündungsquerschnitt. Die Ausbildung der Externseite ist nicht so
stark ausgeprägt (es handelt sich um eine innere Windung), jedoch
sind Mediankiel und Furchen angedeutet. Die dichtstehenden Rippen
verlaufen radial und ziehen erst in Höhe der Marginalkante leicht
nach vorne.

Bemerkungen und Vergleiche: Das vorliegende Exemplar läßt sich
gut mit den von BLIND (1963) abgebildeten Arietiten (Vermiceras),
vor allem mit denen der spiratissimus- und latisulcatus-Art, ver-
gleichen. Sie sind jedoch 1966 von GUERIN-FRANCIATTE taxiono-
misch auf die Gattungen Vermiceras bzw. Epammonites verteilt
worden.

Nach BLIND entsprechen die latisulcatus-Formen bis zu einem DM von 40-50mm bezüglich Rippenzahl und Gestaltung der Externseite den Verhältnissen von Vermiceras spiratissimum. Das vorliegende Exemplar weist einen DM von 19mm auf. Für eine Zuordnung zur Gattung vermiceras sprechen der rundliche Mündungsquerschnitt und die weniger stark ausgeprägte Externseite, wobei die Zahl der Rippen etwas höher ist (etwa 16-18 in der großen Hälfte), und deren Verlauf Ähnlichkeiten mit dem der latisulcatus-Art erkennen läßt.

Vorkommen und Verbreitung von Vermiceras (?) spiratissimum:
Europa, weit verbreitet; Sinemurium.

Fundort: E-Hochgern-Haus (40), horizontiert, und Vord. Zettel-Graben (70), horizontiert.

Genus Agassiceras HYATT 1875
Agassiceras cf. scipionianum (D'ORBIGNY)

- cf. 1844 Ammonites Scipionianus d'ORBIGNY. -
A. D'ORBIGNY, Paléont. française Terr. jurass.
S. 207, Taf. 51, Fig. 7-8.
- cf. 1966 Agassiceras scipionianum (D'ORBIGNY 1844). -
GUERIN-FRANJATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 225-227, Taf. 112, Fig. 1-3.

Material: Innere 3 Windungen eines verdrückten, einseitig freigelegten, unvollständigen Exemplares mit einigen Bruchstücken in dunkelgrauer Mergelkalk-Fazies.

Merkmal	DM	NW	WH	WB	UR	24
werte:	mm	mm	mm	mm	gH	kH
	22	(7)	(32)	(8, 5)	(38, 5)	12-13 (11-12)

Bemerkungen und Vergleiche: Das vorliegende Stück läßt sich nach seinen wesentlichsten Merkmalen am besten mit der Art scipionianum vergleichen, unterscheidet sich jedoch durch die zartere Ausbildung der Rippen und deren etwas praeradialen Verlauf.

Vorkommen und Verbreitung von Agassiceras scipionianum: Europa, weit verbreitet; Sinemurium, Scipionianum-Subzone.

Fundort: Maximilianshütte (1), horizontiert.

Arnioceratinae SPATH 1924
Genus Arnioceras HYATT 1867
Arnioceras miserabile (QUENSTEDT)

- 1858 *Ammonites miserabilis*. -
F. A. QUENSTEDT, Der Jura, S. 71, Taf. 8, Fig. 7.
- 1966 *Arnioceras miserabile* (QUENSTEDT 1858). -
GUERIN-FRANIATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 254-255, Taf. 136, Fig. 1-4.

Material: Ein unvollständiger verdrückter Steinkern, zwei ebenfalls unvollkommene Abdrücke und einige Bruchstücke. Sämtliche Exemplare liegen in Fleckenkalk- und -mergel-Fazies vor.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>DM</u>		<u>WH</u>	
<u>werte:</u>	<u>mm</u>		<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>
	29		11	38	6,5	22,4

Vorkommen und Verbreitung: Europa, Tethys; Sinemurium, Semicostatum-Zone.

Fundort: S-Einöd (11), Schutt; S-Aschauer-Zipf (14), 1 Steinkern horizontalisiert.

Arnioceras semicostatum (YOUNG & BIRD)

- 1828 *Ammonites Semicostatus*. -
G. M. YOUNG & J. BIRD, A Geol. Survey of the Yorkshire Coast, S. 257, 359, Taf. 11, Fig. 7.
- 1966 *Arnioceras semicostatum* (YOUNG & BIRD 1828). -
GUERIN-FRANIATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 255-257, Taf. 137, Fig. 1-5.

Material: 1 Steinkern, verdrückt, in Fleckenmergel-Fazies (Nr. 1); 1 Steinkern-Fragment in Adneter-Fazies (Nr. 2).

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>		<u>UR</u>	<u>29</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>		<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>gH</u>	<u>kH</u>
Nr. 1	35		17	48,5	10	28	16	13
Nr. 2	32		16,5	51,5	10	31,2	(16)	(13)

Vorkommen und Verbreitung: Europa (vor allem England und Frankreich), Tethys; Sinemurium, Semicostatum-Zone.

Fundort: Nr. 1, S-Einöd (11), Schutt; Nr. 2, Zollamt Mauth (60), horizontalisiert.

Arnioceras cf. lotharingum GUERIN-FRANIATTE

- cf. 1966 *Arnioceras lotharingum* n. sp. (et cf.). -
GUERIN-FRANIATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 259-260, Abb. 106, Taf. 139, Fig. 1, 2, 3.

Material: Einseitig freigelegter, unvollständiger Steinkern in Fleckenmergel-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		NW		WH		UR 23
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	mm	%	mm	%		
	38	12,5	32,9	13,8	36,3	12	11
bei:	24	7	29	9,5	39,5	12	11

Bemerkungen und Vergleiche: Das Exemplar läßt sich aufgrund der relativ geringen NW und Rippenzahl sowie des gutausgeprägten Kiels eher mit den Exemplaren GUERIN-FRANIATTE's (1966) aus dem französischen Jura vergleichen, obwohl es eine noch etwas geringere NW besitzt.

Vorkommen und Verbreitung von Arnioceras lotharingum: Europa, (Frankreich); Sinemurium, Semicostatum-Zone.

Fundort: SW-Einfang (4), horizontalisiert.

Arnioceras cf. falcaries (QUENSTEDT)

cf. 1858 Ammonites falcaries. -
F.A. QUENSTEDT, Der Jura, S. 70, Taf. 7, Fig. 6.

cf. 1966 Arnioceras falcaries (QUENSTEDT 1858) et aff. -
GUERIN-FRANIATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 260-263, Taf. 140, Fig. 1-5.

Material: Zwei unvollständig erhaltene Exemplare, die als Steinkern (a) oder völlig gedrückt und zum größten Teil als Abdruck (b) vorliegen. Beide aus den Fleckenmergel- und -kalken.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		NW		WH		UR 22
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	mm	%	mm	%	gH	kH
Ex. a.	35	16	45,7	11	31	12	10
bei:	15	7	43,7	5	31,2	UR 20	9
						UR 22	
Ex. b.	54	27	50	15	30	11	11
bei:	40	21	52,5	12	30	11	11

Bemerkungen und Vergleiche: Die vorliegenden Exemplare lassen sich bezüglich der ausgeprägten und hohen Kielausbildung, NW und Skulptur am besten mit den von GUERIN-FRANIATTE bearbeiteten und als Arnioceras falcaries (QUENSTEDT) identifizierten Stücken vergleichen. Die hier behandelnden Ammoniten unterscheiden sich jedoch durch die weniger zahlreichen (1-3) Rippen pro Umgang.

Vorkommen und Verbreitung von Arnioceras falcaries: Europa; Sinemurium, Semicostatum-Zone.

Fundort: S-Einöd (11), horizontalisiert.

Arnioceras oppeli

GUERIN-FRANIATTE

- 1856 *Ammonites geometricus* n. sp. -
A. OPPEL, Die Juraform. Engl. Frankr. u. Südwest
Deutschlands, S. 79
- 1884 *Ammonites ceratitoides*. -
F. A. QUENSTEDT, Die Amm. d. Schwäb. Jura, BD. I,
S. 98-105(p!), Taf. 13, Fig. 8, 10, 11, 21.
- 1931 *Arnioceras subgeometricum* n. sp. -
E. JAWORSKI, Über Arn. geom. OPPEL 1856 u. verw.
Spez. neb. einem Anh. über Amm. natrix v. SCHLOT.
1820, S. 97, Taf. 3, Fig. 1-4, Taf. 4, Fig. 1-3.
- 1966 *Arnioceras oppeli* n. sp. -
GUERIN-FRANIATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 267-271, Taf. 143, Fig. 1, 2, 3.

Material: Einseitig freigelegte, teilweise völlig verdrückte, un-
vollständig erhaltene Steinkerne und Abdrücke. Sämtliche Exem-
plare stammen aus den Fleckenkalken und -mergeln.

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	<u>DM</u> <u>mm</u>	mm	NW	%	mm	WH	%	UR 27 gH kH
Ex. a	40	19,5	44,5	11	27,50	14	13	
bei:	30	14	46,5	9	30	13	11	UR 27
Ex. b	54	30	55,5	14	26	14	13	UR 23
bei	40	23	57	10,5	26	12	11	UR 28
Ex. c	53	26	49,5	14	26,5	15	14	UR 27
bei:	40	19,5	48,5	7,5	18,7	14	13	

Bemerkungen und Vergleiche: Die vorliegenden Exemplare lassen
sich mit den von QUENSTEDT als *Ammonites ceratitoides* be-
nannten Stücken gut vergleichen. GUERIN-FRANIATTE (1966)
faßte die Arten *ceratitoides* (QUENSTEDT), *geometricum* (OPPEL),
hartmanni HYATT und *subgeometricum* JAWORSKI unter der Art.
A. oppeli GUERIN-FRANIATTE (S. 267) zusammen.

Vorkommen und Verbreitung: Europa; Sinemurium, Semicostatum-
Zone.

Fundort: Ex. a: Engelstein (16), horizontiert. Ex. b und c:
S-Einöd (11), horizontiert, bzw. Schutt.

Arnioceras cf. *acuticarinatum* (SIMPSON)

- cf. 1855 *Ammonites acuticarinatus*. -
M. SIMPSON, The foss. of the Yorkshire Lias,
S. 94
- cf. 1966 *Arnioceras acuticarinatum* (SIMPSON 1855). -
GUERIN-FRANCIATTE, Amm. du Lias Inf. de France,
S. 263-265, Taf. 141, Fig. 1, 2, 3.

Material: Drei einseitig freigelegte unvollständige Steinkerne in
Fleckenkalk und -mergel-Fazies.

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	DM mm	mm	NW %	mm	WH %	UR gH	45 kH
Ex. 1	28,5	15,5	54,4	7,5	26,3	23	22

Vorkommen und Verbreitung von *Arnioceras acuticarinatum*: Europa
(vor allem NW-Europa); Sinemurium, Semicostatum-Zone (Scipionia-
num-Subzone).

Fundort: S-Aschauer Zipf (14), horizontaliert (Ex. 1) und Schutt.

Arnioceras cf. *arnouldi* (DUMORTIER)

- cf. 1867 *Ammonites Arnouldi* (Nov. Spec.). -
E. DUMORTIER, Etud. Paléont. sur les dép. jurass.
du Bassin du Rhône, S. 27, Taf. V, Fig. 1-2, Taf. VI, Fig. 1-6.

Material: Bruchstücke eines Steinkernes in Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Arnioceras arnouldi*: Europa
(vor allem Frankreich); Sinemurium, Semicostatum-Zone.

Fundort: S-Aschauer Zipf (14), horizontaliert.

Asteroceratinae	SPATH 1946
Genus <i>Caenisites</i>	BUCKMAN 1925
(synonym mit <i>Euasteroceras</i>)	DONOVAN 1953)
<i>Caenisites</i> cf. <i>brookii</i>	(SOWERBY)

- cf. 1818 *Ammonites Brookii* SOWERBY. -
J. SOWERBY, The Min. Conch. of the Britain,
S. 203, Taf. 190.
- cf. 1955 *Euasteroceras brookii* (J. SOWERBY). -
D. T. DONOVAN, Rev. d. exp. décr. dans la "Monogr.
d. Amm." (Lias Inf.) de P. REYNES, S. 33.

cf. 1966 *Caenisites cf. brooki* (J. SOWERBY 1818). -
GUERIN-FRANJATTE, *Amm. du Lias Inf. de France*,
S. 325-327, Taf. 210-213.

Material: Bruchstück eines einzelnen etwas verdrückten Steinkernes
in der Fleckenkalk-Fazies.

Bemerkungen und Vergleiche: Das unvollständige Stück läßt sich
bezüglich Skulptur und Externseiteausbildung am besten mit der
Art *C. brooki* (SOWERBY) vergleichen. Eine einwandfreie Be-
stimmung jedoch ist wegen der schlechten Erhaltung nicht möglich.

Vorkommen und Verbreitung von *Caenisites brooki*: Europa;
Sinemurium, Turneri-Zone.

Fundort: E-Steinach (10), horizontiert.

Oxynoticeratidae HYATT 1875

Genus *Oxynoticer* HYATT 1875

Oxynoticer sp.

Material: Ein unvollständiger Abdruck (a) in Fleckenkalk und ein
unvollständiger Steinkern (b) in Adneter Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Weltweit; Ob. Sinemurium.

Fundort: Exemplar a; Maximilianshütte (1), Schutt; Exemplar b;
NW-Rechenberg-Mulde (49), horizontiert.

Genus *Glevicer* BUCKMAN 1918

Glevicer cf. *subguibalianum* (PIA)

cf. 1914 *Oxynoticer* *subguibalianum* nov. nom. -
J. PIA, *Unters. über d. Gattung Oxynoticer*,
S. 1-13, Taf. V, Fig. 5, Taf. VI, Fig. 9.

Material: Bruchstück eines Steinkernes in der Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Glevicer* *subguibalianum*: Europa,
S-Amerika; Sinemurium.

Fundort: Maximilianshütte (1); Schutt.

Echioceratidae BUCKMAN 1913

Genus Echioceras BAYLE 1878

Echioceras cf. raricostatum (ZIETEN)

cf. 1830 Ammonites raricostatus ZIETEN. -
C. H. v. ZIETEN, Die Versteinerungen Württembergs,
S. 17-32, Taf. 13-14.

cf. 1879 Ammonites raricostatus ZIETEN. -
P. REYNES, Monogr. d. Amm., Lias,
Taf. XLIX, Fig. 32-37.

Material: Unvollständiger Abdruck und einige Bruchstücke.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>	<u>%</u>	<u>WH</u>	<u>%</u>	<u>UR</u>	<u>23</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>		<u>mm</u>		<u>mm</u>		<u>gH</u>	<u>kH</u>
	48		28	58,3	(12)	(25)	12	11

(Teilweise geschätzt).

Bemerkungen und Vergleiche: Das Stück läßt sich aufgrund der noch erhaltenen Merkmale wie NW, Rippenzahl und -verlauf am besten mit den Exemplaren REYNES (1879, Taf. XLIX, Fig. 32-37) vergleichen. Sie wurden bei der Revision von DONOVAN (1955) als Echioceras aff. raricostatum (ZIETEN) bestimmt.

Vorkommen und Verbreitung von Echioceras raricostatum:
NW-Europa und Tethys; Sinemurium, Raricostatum-Zone.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Echioceras cf. fastigatum TRUEMAN & WILLIAMS

cf. 1878 ARIETITES RARICOSTATUS ZIETEN. -
T. WRIGHT, Mongr. on the Lias Amm.,
S. 298-300, Taf. VII, Fig. 2-4.

cf. 1925 Echioceras fastigatum TRUEMAN & WILLIAMS. -
TRUEMAN & WILLIAMS, Stud. in the Amm. of
the fam. Echioceratidae, S. 717-718.

Material: Unvollständiger Steinkern und Bruchstücke in Fleckenkalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>	<u>%</u>	<u>WH</u>	<u>%</u>	<u>WB</u>	<u>%</u>	<u>UR</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>		<u>mm</u>		<u>mm</u>		<u>mm</u>		<u>gH</u> <u>kH</u>
	101		63	62,3	(21)	(20,7)	(15,5)	(15,4)	- 15
bei	82		52	63,4	(17)	(20,7)	(16)	(19,5)	14 -

Bemerkungen und Vergleiche: Die Stücke sind bezüglich WQ, NW, Rippenzahl und -ausbildung vergleichbar mit den Exemplaren WRIGHT's (1878). Allerdings zeigen sie einen etwas höheren WH-Wert - was wahrscheinlich auf Verdrückung zurückzuführen ist - und eine ausgeprägtere Externseite. Hier ist der Kiel höher und wird begleitet von zwei seichten Furchen.

Vorkommen und Verbreitung von Echioceras fastigatum: Weltweit, vor allem Europa; Sinemurium, Raricostatum-Zone.

Fundort: Maximilianshütte (1), horizontiert und Schutt (vermessenes Exemplar).

Echioceras cf. lepidum

TRUEMAN & WILLIAMS

cf. 1925 Echioceras lepidum sp. nov. -
TRUEMAN & WILLIAMS, Stud. in the Amm. of the
fam. Echioceratidae, S. 718, Taf. II, Fig. 4.

Material: Bruchstück eines Steinkernes in Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Echioceras lepidum: England; Ober-Sinemurium.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Echioceras cf. modicum

TRUEMAN & WILLIAMS

cf. 1925 Echioceras modicum sp. nov. -
TRUEMAN & WILLIAMS, Stud. in the Amm. of the
fam. Echioceratidae, S. 714-715, Taf. I, Fig. 8.

Material: Unvollständig erhaltener Steinkern mit Abdruck in Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Echioceras modicum: Europa; Sinemurium, Raricostatum-Zone.

Fundort: Engelstein (16), horizontiert.

Echioceras cf. microdiscus

(QUENSTEDT)

cf. 1884 Ammonites raricostatus microdiscus. -
F. A. QUENSTEDT, Die Amm. d. Schwäb. Jura,
Bd. I, S. 190-191, Taf. 24, Fig. 8, 9.

cf. 1965 Echioceras microdiscus (QUENSTEDT 1884). -
H. BREMER, Zur Ammonitenf. u. Stratigr. d. unt.
Lias usw., S. 137-138, Taf. 12, Fig. 1.

Material: 4 unvollständige Steinkerne, zum Teil mit Abdruck, in Fleckenkalk-Fazies, 1 Exemplar mit Abdruck (a).

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	<u>DM</u> mm	mm	NW	%	mm	WH	%	gH	UR	kH
Ex. a	21,5	12,8	59,5		4,8	22,3		15	31	-
bei:	17,5	10,2	58,5		4	22,8		15		16

Bemerkungen und Vergleiche: Die Exemplare lassen sich bezüglich Skulptur und NW gut mit den Exemplaren QUENSTEDT's (1889) und BREMER's (1965) vergleichen. Sie weisen jedoch beim größten DM eine Rippe mehr als die von BREMER angegebene maximale Rippenzahl auf, und die Rippen neigen sich etwas vor.

Vorkommen und Verbreitung von Echioceras microdiscus: England, europäische Tethys, Mexico; Sinemurium, E-Raricostatum-Zone.

Fundort: Engelstein (16), horizontalisiert (Exemplar a); Maximilianshütte (1), Schutt; Einfang (4), Schutt.

Genus Paltechioceras BUCKMAN 1924
Paltechioceras boehmi (HUG)

1899 Arietites boehmi n. sp. -
O. HUG, Beitr. u. Kennt. d. Lias- u. Dog.-Amm. aus d. Zone d. Freib. Alpen, S. 16, Taf. 12, Fig. 8.

1958 Paltechioceras boehmi (HUG). -
D. T. DONOVAN, Low. lias. Amm. Faun. fr. Langeneckgrat, S. 26-28, Taf. 2, Fig. 6a, b.

Material: Einzelner, einseitig freigelegter, unvollständiger Steinkern in heller Fleckenkalk-Fazies (a); ein weiterer (b) mit Vorbehalt ("cf").

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	<u>DM</u> mm	mm	NW	%	mm	WH	%	WB mm	gH	UR	kH
a. bei:	57	33	57,9		13,5	23,6		-	-	(23)	
b.	90	55	61		17,8	19,7		(12-13)	(22)	UR 42-43 (21-22)	

Vorkommen und Verbreitung: Vor allem europäische Tethys; Sinemurium, Raricostatum-Zone.

Fundort: Wunder-Graben (19), Schutt.

Paltechioceras cf. *flexicostatum* (TRUEMAN & WILLIAMS)

cf. 1925 *Vobstericeras flexicostatum* sp.nov. -
TRUEMAN & WILLIAMS, Stud. in the Amm. of the
fam. Echioceratidae, S. 732, Taf. III, Fig. 2.

Material: Bruchstück eines verdrückten Steinkernes in hellen
Fleckenmergeln.

Bemerkungen und Vergleiche: Der Gattungsname *Vobstericeras*
ist nach ARKELL et al. (1957) in Treatise synonym mit *Palte-*
chioceras.

Vorkommen und Verbreitung von *Paltechioceras flexicostatum*:
England; Sinemurium, *Raricostatum*-Zone.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Paltechioceras insigne (TRUEMAN & WILLIAMS)

1925 *Euechioceras insigne* sp.nov. -
TRUEMAN & WILLIAMS, Stud. in the Amm. of the fam.
Echioceratidae, S. 727, Taf. III, Fig. 3.

Material: Bruchstück eines großwüchsigen Steinkernes in Flecken-
kalk-Fazies.

Bemerkungen und Vergleiche: Der Gattungsname *Euechioceras* ist
nach ARKELL et al. (1957 in Treatise) synonym mit *Paltechio-*
ceras.

Vorkommen und Verbreitung: England; Sinemurium, *Raricostatum*-
Zone.

Fundort: Maximilianshütte (1); Schutt.

Paltechioceras cf. *elicitum* BUCKMAN

cf. 1925 *Euechioceras nobile* nom.nov. -
TRUEMAN & WILLIAMS, Stud. in the Amm. of the
Echioceratidae, S. 728-729.

cf. 1924 *Paltechioceras elicitum* nov. -
S. BUCKMAN, Type Ammonites, Taf. CDLXXXIII.

Material: Bruchstück eines Steinkernes in heller Fleckenmergel-
Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Paltechioceras elicitum: Europa; Sinemurium, Raricostatum-Zone.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Paltechioceras cf. favrei (HUG)

cf. 1899 Arietites Favrei n. sp. -
O. HUG, Lias- und Dogger-Ammoniten aus der Zone
der Freib. Alpen, S. 17-18, Taf. XII, Fig. 5-6.

cf. 1925 Echioceratoides favrei (HUG). -
TRUEMAN & WILLIAMS, Stud. in the Amm. of the
fam. Echioceratidae, S. 721.

Material: Abdruck in Fleckenkalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>						<u>UR</u>	<u>35</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	<u>mm</u>	<u>NW</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>WH</u>	<u>gH</u>	<u>kH</u>
	20	12,5	62,5	4,2	21	18	17	

Bemerkungen und Vergleiche: Das Exemplar läßt sich bezüglich der Rippenform und -zahl am besten mit den Exemplaren HUGs von Arietites favrei aus den Freiburger Alpen vergleichen. Die Art favrei wurde 1925 von TRUEMAN & WILLIAMS der Gattung Echioceratoides zugeordnet, die ihrerseits wiederum 1957 von ARKELL et al. (Treatise) als Synonym der Gattung Echioceras betrachtet wird. DONOVAN (1958) ordnete die Art favrei der Gattung Paltechioceras (BUCKMAN 1924) zu.

Vorkommen und Verbreitung von Paltechioceras favrei: Freiburger Alpen; Ober-Sinemurium.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Paltechioceras recticostatum (TRUEMAN & WILLIAMS)

1925 Orthechioceras recticostatum, sp. nov. -
TRUEMAN & WILLIAMS, Stud. in the Amm. of the fam.
Echioceratidae, S. 723-724, Taf. 3, Fig. 1.

1965 Paltechioceras recticostatum (TRUEMAN & WILLIAMS 1925). -
H. BREMER, Zur Ammonitenf. u. Stratigr. d. unt. Lias,
usw., S. 139-140, Taf. 12, Fig. 4a, b.

Material: Unvollständiger Steinkern in Fleckenkalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	<u>DM</u> mm	<u>NW</u> mm	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>WH</u> %	<u>UR</u> gH	<u>29</u> kH
	20	12	60	4	20	14	15
						UR	33
	17	10	59	3,5	20,6	16	17

Bemerkungen und Vergleiche: Das Stück ist aufgrund der Skulptur (Rippenzahl und -verlauf), der NW und dem WQ (etwas breiter als hoch) mit den Exemplaren BREMER's (1965) vergleichbar. Es unterscheidet sich lediglich durch den minder ausgeprägten Kiel, was wahrscheinlich auf die Erhaltung (innere Windungen eines Steinkernes) zurückzuführen ist.

Vorkommen und Verbreitung: England, Appenin, Türkei; Sinemurium, Raricostatum-Zone).

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Genus *Leptechioceras* BUCKMAN 1923

Leptechioceras cf. *meigeni* (HUG)

cf. 1899 *Arietites Meigeni* n. sp. -
O. HUG, Lias- und Dogger-Amm. aus der Zone der Freib. Alpen, S. 18-19, Taf. XI, Fig. 3.

cf. 1958 *Leptechioceras meigeni* (HUG). -
D. T. DONOVAN, Low, lias. Fauna from Langeneckgrat, S. 21-23, Taf. 2, Fig. 1, 4.

Material: Unvollständige Steinkerne (3 Stück), einige Bruchstücke und Abdrücke in Fleckenkalk-Fazies.

Bemerkungen und Vergleiche: Die Exemplare zeigen bezüglich Skulptur und WQ große Ähnlichkeiten mit dem Exemplar DONOVAN's (1958) vom Langeneckgrat. Die schlechte Erhaltung jedoch läßt keine einwandfreie Bestimmung zu.

Vorkommen und Verbreitung von *Leptechioceras meigeni*: Hauptsächlich aus Europa; Sinemurium, Raricostatum-Zone.

Fundort: Engelstein (16), horizontalisiert.

?*Leptechioceras* cf. *aplanatum* (HYATT)

cf. 1889 *Caloceras aplanatum* HYATT, -
A. HYATT, . Genesis of the *Arietitidae*,
S. 146-148.

cf. 1924 *Leptechioceras aplanatum* HYATT sp. 1889, -
S. BUCKMAN, Type *Ammonites* V,
Taf. CDLXXXII.

Material: Bruchstücke eines Steinkernes mit Abdruck in Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Leptechioceras aplanatum:
Europa; Raricostatum-Zone.

Fundort: Streichen-Achberg (61), horizontalisiert.

Eoderocerataceae	SPATH 1929
Eoderoceratidae	SPATH 1929
Xipheroceratinae	SPATH 1925
Genus Microderoceras	HYATT 1871
Microderoceras birchi	(SOWERBY)

1821 AMMONITES Birchi. -
J. SOWERBY, Min. Conch. of Gr. Britain, Vol. III,
S. 121-122, Taf. 267.

1879 Ammonites Birchi Sowerby. -
P. REYNES, Monogr. d. Amm. d. Lias Inf.,
Taf. XXXVIII.

Material: Mehrere, verdrückte, unvollständige Steinkerne, Abdrücke und Bruchstücke in dunkelbraugrauen Kalken und Mergelkalken sowie zwei Bruchstücke in hellgrauer Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Europa, Tethys, S-Amerika; Sinemurium, Turneri-Zone - in Württemberg auch Bucklandi-Zone (VALLISER 1956); in dem Bayerischen Alpen-Bereich Obtusum-Zone (WISSNER 1958).

Fundort: E-Steinach (10) und Maximilianshütte (1), z. T. horizontalisiert.

Eoderoceratinae	SPATH 1929
Genus Eoderoceras	SPATH 1925
? Eoderoceras sp.	

Material: Teilweise erhaltener Abdruck in Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Eoderoceras: Europa, Tethys, Amerika; Raricostatum-Zone.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Genus *Crucilobicer*as BUCKMAN 1920

*Crucilobicer*as cf. *crucilobatum* BUCKMAN

cf. 1920 *Crucilobicer*as *crucilobatum* nov. -
S. BUCKMAN, Yorksh. type Amm. III, Taf. CLXXVIII.

Material: Abdruck von inneren Windungen in Fleckenkalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>	<u>UR</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>gH</u>
	13	6	46	3	23	14

Bemerkungen und Vergleiche: Das Exemplar besitzt beim entsprechenden DM zwei Rippen weniger als D'ORBIGNY's *Crucilobicer*as muticum und zwei mehr als BUCKMAN's *C. crucilobatum*. Es zeigt jedoch andeutungsweise eine zweite innere Knotenreihe, die auf eine Verwandtschaft mit letzterer Art hinweist.

Vorkommen und Verbreitung von *Crucilobicer*as *crucilobatum*:
Europa; *Raricostatum*-Zone.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

*Crucilobicer*as (?) cf. *frischmanni* (OPPEL)

cf. 1862 *Ammonites Frischmanni* OppeL. -
A. OPPEL, Ueber Juras. Cephalop.,
S. 134-135, Taf. 41, Fig. 41, b, c.

cf. 1885 *Ammonites Frischmanni*. -
F. A. QUENSTEDT, Die Amm. d. schw. Jura, Bd. I,
S. 210-211, Taf. 26, Fig. 14, 15.

Material: Ein zur Hälfte erhaltener, großwüchsiger (30 cm DM) Steinkern in heller Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Crucilobicer*as *frischmanni*:
Deutschland (vor allem Schwäb. Jura); Unt. Pliensbachium.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

*Phricodocer*atinae SPATH 1938

Genus *Epideroceras* SPATH 1923

Epideroceras aff. *transiens* BREMER

aff. 1965 *Epideroceras transiens* n. sp. -
H. BREMER, Zur Ammonitenf. u. Stratigr. d. unt.
Lias usw., S. 161, Taf. 14, Fig. 6a, b.

Material: Steinkern mit zerstörten Innenwindungen, dessen halbe äußere Windung der Wohnkammer angehört, in Fleckenkalk-Fazies.

<u>Merkmals- werte:</u>	<u>DM</u> mm	<u>mm</u>	<u>NW</u> %	<u>mm</u>	<u>WH</u> %	<u>mm</u>	<u>WB</u> %	<u>UR</u> gH	<u>20</u> kH
	50	18,5	37	20	40	11,5-12		12	8
bei:	37	14	37,8	14	37,8	9,7-10		10	19 9

Beschreibung: Das Gehäuse mit etwa 37-38% NW gehört zu den mäßig involuten Formen der Gattung *Epideroceras*. Der WQ ist anfangs rundlich und wird mit zunehmendem Wachstum kontinuierlich hochoval bis zu einem DM von etwa 37 mm - wo auch die Wohnkammer beginnt - dann jedoch nimmt die WH etwas sprunghafter zu. Hier sind auch die Flanken etwas stärker abgeflacht. Sie sind mit einer Doppelreihe von Knoten verziert, die auch den kräftigen Teil der Berippung begrenzt, wobei die äußere Reihe ausgeprägter ausgebildet ist. Die Verzierung erlöscht jedoch vor Beginn der Wohnkammer, an deren Ende Sekundärrippen angedeutet sind.

Bemerkungen und Vergleiche: Das Exemplar läßt sich bezüglich der WQ-Entwicklung, NW, WH gut mit dem von BREMER (1965) beschriebenen Stück aus der Umgebung von Ankara vergleichen. Ebenso große Ähnlichkeiten, vor allem in der Ausbildung des WQ und der Berippung, sind mit DONOVANs (1958, S. 35, Taf. 3, Fig. 3a, b) *Coeloderoceras* aff. *ignotum* (TRUEMAN & WILLIAMS) vom Langeneckgrat festzustellen. DONOVAN (1958) wies auf die Ähnlichkeiten der Gattungen *Epideroceras* und *Coeloderoceras* sowie z. T. *Microderoceras* hin. Auch BREMER (1965, S. 161) machte diesbezüglich gleiche Beobachtungen.

Vorkommen und Verbreitung von *Epideroceras transiens*: Türkei; Unt. Pliensbachium.

Fundort: Wunder-Graben (19), Schutt.

Epideroceras cf. *lorioli* (HUG)

cf. 1899 *Aegoceras lorioli* n. sp. -

O. HUG, Beitr. z. Kenntn. d. Lias- u. Dogger-Amm. aus d. Freib. Alpen, S. 28-29, Taf. VIII, Fig. 1a, Taf. IX, Fig. 3, 3a

cf. 1958 *Epideroceras Lorioli* (HUG), -

D. T. DONOVAN, Low. Lias. Amm. Fauna from Langeneckgrat, S. 41-42, Taf. 5.

Material: Un vollständiger Abdruck eines großwüchsigen Exemplars (20cm) in heller Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Epideroceras lorioli: Europa (vor allem Tethys), Türkei; Raricostatum-Zone.

Fundort: Engelstein (16), Schutt.

Epideroceras cf. steinmanni (HUG)

- cf. 1899 *Aegoceras Steinmanni* n. sp. -
O. HUG, Beitr. u. Kenntn. d. Lias- u. Dogger-Amm. -
Fauna aus d. Freib. Alpen, S. 29, Taf. 9, Fig. 1, 1a, 2.
- cf. 1958 *Epideroceras steinmanni* (HUG). -
D. T. DONOVAN, Low. lias. Amm. Fauna from
Langeneckgrat, S. 42-43, Taf. 7, Fig. 1a, b.

Material: Unvollständiger, z. T. korrodierter und mit Fe-Mn-Oxyden überkrusteter, großwüchsiger Steinkern in Adneter-Fazies.

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	<u>DM</u> mm	<u>NW</u> mm	<u>%</u>	<u>WH</u> mm	<u>%</u>	<u>gH</u>	<u>UR</u> <u>kH</u>
	190	75	39,5	65	34,3	-	-
bei:	155	55	35,4	58	37,4	-	20

Vorkommen und Verbreitung von Epideroceras steinmanni: Alpen; Grenzbereich Unt. - Mittl. Lias (Ob. Sinemurium/Unt. Pliensbachium).

Fundort: NW-Rechenberg-Mulde (49), horizontiert.

Epideroceras cf. nodofissum (QUENSTEDT)

- cf. 1885 *Ammonites armatus nodofissus*. -
F. A. QUENSTEDT, Die Amm. d. schwäb. Jura, Bd I,
S. 208-210, Taf. 26, Fig. 8-13.

Material: Zwei zusammengehörende Bruchstücke in Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Epideroceras nodofissum: Europa, Unt. Pliensbachium.

Fundort: Maximilianshütte (1), Schutt.

Coeloceratinae HAUG 1910

Genus Coeloceras HYATT 1867

Coeloceras sp.

Material: Verdrückter, teilweise freigelegter Steinkern in feinspätiger Kalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Europa, Afrika, Anatolien; Unt. Pliensbachium.

Fundort: Sulzgraben-Kopf (57), horizontiert.

Fam. : Polymorphitidae	HAUG 1887
Genus Uptonia	BUCKMAN 1898
Uptonia aff. venustula	(DUMORTIER)

aff. 1869 Ammonites venustus (NOV. SPEC). -
DUMORTIER, Etude Pal. s.l. Dep. Jur. d. Bass.
d. Rhône, trois Part. Lias Moyen,
S. 74-75, Taf. XVIII, Fig. 4-6.

Material: Unvollständig erhaltener Steinkern und einige Bruchstücke in Fleckenkalk-Fazies.

Merkmals- Sie sind hier wegen der unvollkommenen Erhaltung des
werte: Exemplars z. T. geschätzt.

DM mm	mm	NW	%	mm	WH	%	WB mm	UR gH
61	30,5	50		17,5	28,5		9	(38-39)

Beschreibung: Das Gehäuse ist leicht verdrückt und stark evolut. Der WQ (WH:WB= 17,5 : 9) ist hochmündig-trapezförmig mit flachgedrückten Flanken und einer median leicht abgeknickten, kielartigen, externen Leiste, die Andeutungen einer hinüber ziehenden Skulptur erkennen läßt. Der größte WB-Wert liegt in dem Bereich der Marginalkante. Die Skulptur besteht aus dichtstehenden (gH des letzten vorhandenen Umgangs 39) Rippen, die bis zu dem letzten Windungs-drittel radial bis sehr leicht nach vorne geneigt verlaufen. Dann nimmt mit dem Einsetzen einer leichten, konkaven Schwingung auch die Neigung zu. Sie sind zuerst schwach, werden mit ihrem weiteren Verlauf stärker und erreichen an der Marginalkante eine knotenartige Form. Ein weiterer Verlauf der Rippen über die Externseite ist nur schwach angedeutet. Die Rippen sind am Nabelrand teilweise so sehr einander genähert, daß sie eine Verschmelzung von je zwei vermuten lassen.

Bemerkungen und Vergleiche: Die leicht abgeknickte Externseite ist höchstwahrscheinlich durch tektonische Beanspruchung bedingt. Das vorliegende Stück läßt sich mit dem DUMORTIER's vergleichen, unterscheidet sich jedoch durch die dichtere Skulptur (etwa 9 UR mehr in der gH bei entsprechendem Durchmesser) und deren Verlauf. Sie verlaufen hier nicht so straff radial (s. auch oben) wie

Material: Bruchstück eines Steinkernes in der bunten (grüngrau-roten) Mergelkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Tropicoderas ellipticum demonense*:
Tethys; Unt. Pliensbachium, Jamesoni-Ibex-Zone.

Fundort: Einfang (4), horizontalisiert.

Amaltheidae	HYATT 1867
Genus Amaltheus	DE MONTFORT
Amaltheus margaritatus	DE MONTFORT

1808 Amaltheus margaritatus DE MONTFORT, -
DE MONTFORT, Conchyl. syst. et class. meth. d. Co-
quilles, Voll, Taf. III, Fig. 4-6.

1958 Amaltheus margaritatus de Montfort, -
M. K. HOWARTH, Monogr. of the Amm. of the liass. fam.
Amalth. in Britain, S. 13-17, Taf. III, Fig. 4-6.

Material: Eine Vielzahl von Steinkernen, Abdrücken und Bruch-
stücken in hell- bis dunkelgrauer Fleckenmergel und -kalk-Fazies.

Merkmalswerte einiger der relativ guterhaltenen Exemplare.

	DM mm	NW mm	%	WH mm	%	UR 28 gH KH
Ex. 1	42	11	26,2	18	42,8	16 12
Ex. 2	48	12	25	22	45,8	UR 28 16 12
Ex. 3	33	8,5	25,7	14	42,4	UR 27 15 12

Bemerkungen und Vergleiche: Merkmalswerte des HOWARTH-
Neotyps: NW 21%, WH 49%, UR 29. Hier handelt es sich jedoch
um ein viel größeres Exemplar (Werte bei DM von 144mm).

Vorkommen und Verbreitung: Weltweit; Ob-Pliensbachium,
Margaritatus-Zone.

Fundort: Haargaß-Graben (18), meiste Exemplare; E. des Stein-
bruches S-Einöd (11), horizontalisiert.

Amaltheus striatus	HOWARTH
--------------------	---------

1955 Amaltheus striatus nom. nov. -
M. K. HOWARTH, Domes. of the Yorksh. Coast,
S. 147-175, Taf. X-XIII.

1958 Amaltheus striatus HOWARTH, -
M. K. HOWARTH, Monogr. of the Amm. of the fam. Amalth.
in Britain, S. 12-14, Taf. II, Fig. 19-20, Taf. III, Fig. 1, 2.

Material: Zwei unvollständig erhaltene Exemplare (teils als verdrückter Steinkern, teils als Abdruck vorliegend) und einige Bruchstücke in Fleckenkalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	<u>DM</u> mm	mm	NW	%	mm	WH	%	UR	21-22
	36	11	30		15	41,5		gH 12-13	kH 9
	31	10	32,5		13	41,9		UR 20	8
bei:	25	7,5	30		10	40		UR 18	8

Vorkommen und Verbreitung von Amaltheus striatus: Europa; Ob. Pliensbachium, Margaritatus-Zone, Subnodosus-Subzone.

Fundort: Haargaß-Graben (18), horizontalisiert.

Genus Pleuroceras HYATT 1867

Pleuroceras spinatum (BRUGUIERE)

1789 Ammonites spinata. -

J. G. BRUGUIERE, Hist. nat. d. Vers. Bd 1, Part of Encycl. Meth., S. 40.

1958 Pleuroceras spinatum (Bruguière). -

M. K. HOWARTH, Monogr. of the Amm. of the liass. Fam. Amalth. in Britain, S. 36-29, Taf. VII, Taf. 2-5, Abb. 14-17.

Material: Unvollständige verdrückte Steinkerne (3 Exemplare) und eine Vielzahl von Abdrücken und Bruchstücken in dunkelgrauer bituminöser Kalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	<u>DM</u> mm	mm	NW	%	mm	WH	%	UR	
Ex. 1	51	18	35,3		19,5	38,2		gH 10	kH 22
Ex. 2	45	17,5	38,8		17,5	38,8		UR 11	11
Ex. 3	34	10	29,5		14	41		UR 21	11 10 (-11)

Bemerkungen und Vergleiche: Entsprechende Merkmalswerte des Neotyps (s. HOWARTH 1958, S. 37): bei 190mm DM, NW = 40%, WH = 35%, UR : 21. Die abweichenden NW- und WH-Werte sind vor allem auf die schlechte Erhaltung (alle vorliegenden Exemplare sind verdrückt) zurückzuführen. Außerdem handelt es sich beim Neotyp um ein viel größeres Stück.

Vorkommen und Verbreitung: Europa, N-Afrika; Ob. Pliensbachium, Spinatum-Zone.

Fundort: E-Avenhausen (2), horizontalisiert.

Pleuroceras aff. *spinatum* (BRUGUIERE)

aff. 1958 *Pleuroceras spinatum* (Bruguière). -
M. K. HOWARTH, Monogr. of the Amm. of the liass.
Fam. Amalth. in Britain, S. 36-39, Taf. VII, Taf. 2-5,
Abb. 14-17.

Material: Die eine Hälfte eines einzelnen verdrückten Steinkernes
in dunkler, bituminöser Kalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>		<u>UR</u>
<u>werte:</u>	mm	mm	%	mm	%	gH	
	70	27	38,5	25	35,7	10	

Bemerkungen und Vergleiche: Das Stück weist, vor allem auf den
inneren Windungen, eine wesentlich gröbere Berippung als die oben
erwähnten auf.

Vorkommen und Verbreitung von *Pleuroceras spinatum*: s. oben.

Fundort: E-Avenhausen (2), horizontiert.

Pleuroceras aff. *yeovilense* HOWARTH

aff. 1958 *Pleuroceras yeovilense* sp. nov. -
M. K. HOWARTH, Monogr. of the Amm. of the liass.
Fam. Amalth. in Britain, S. 40-41, Taf. VII, Fig. 7,
Taf. VIII, Fig. 1, Abb. 15-17.

Material: Unvollständig erhaltenes Exemplar (teilweise als Stein-
kern, teilweise als Abdruck) in dunkelgrauer Kalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>		<u>UR</u>	<u>15</u>
<u>werte:</u>	mm	mm	%	mm	%	gH	kH	
	58	22,5	37,8	24	41,4	(8 / 7)		

Bemerkungen und Vergleiche: Das markanteste Merkmal ist beim
vorliegenden Stück die Skulptur, die aus extrem groben und spär-
lichen Rippen - 15 pro Umgang! - besteht. Diese zeigen an ihren
beiden Enden knotenartige Verdickungen, wobei die am Externrand
viel ausgeprägter, fast dornenartig ausgebildet sind. Bezüglich des
Verhältnisses der NW und WH zum DM kann man wegen der Er-
haltung (verdrückt) keine exakte Aussage machen. Jedoch dürfte es
sich um ein engnabeligeres Exemplar mit rascher anwachsenden
Umhängen handeln.

Vorkommen und Verbreitung von *Pleuroceras yeovilense*: England;
Ob. Pliensbachium, Spinatum-Zone, Hawskerense-Subzone.

Fundort: E-Avenhausen (2), Schutt.

Dactylioceratidae HYATT 1867
 Genus Dactylioceras HYATT 1867
 Dactylioceras sp.

Material: Unvollständiger Abdruck in braungrauer, fein- bis mittelspätiger Echinodermen-Schuttkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Weltweit; Unt. Toarcium.

Fundort: Haargaß-Graben (18), horizontiert.

Hildocerataceae HYATT 1867
 Hildoceratidae HYATT 1867
 Arieticeratinae HOWARTH 1955
 Genus Arieticeras SEQUENZA 1885
 Arieticeras algovianum (OPPEL)

1853 Ammonites radians amalthei. -
 A. OPPEL, Der mittl. Lias Schwabens,
 S. 51-52, Taf. III, Fig. 1a, b

1893 Harpoceras Algovianum Opp. -
 G. GEYER, Mittellias. Ceph. d. Schafberges,
 S. 5-7, Taf. 1, Fig. 7.

Material: Die Hälfte eines Abdruckes und einige Bruchstücke in dunkler Fleckenmergelkalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>		<u>UR</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>		<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>gH</u>
	46		(16)	(34, 7)	(15)	(32, 6)	19

Vorkommen und Verbreitung: Europa (vor allem Alpen-Bereich); O. Pliensbachium.

Fundort: Haargaß-Graben (18), horizontiert.

Arieticeras ruthenense (MENECHINI)

1868 Ammonites Ruthenensis. -
 P. REYNES, Essai de géol. et d. paléont. Aveyronnaises,
 S. 94 (part! non Taf. II, Fig. 4).

1893 Harpoceras Ruthenense Reyn. emend. Meneghini. -
 G. GEYER, Ceph. -Fauna d. Hint. Schafberges,
 S. 9-10, Taf. 1, Fig. 12, 13.

Material: Unvollständige verdrückte Steinkerne und Abdrücke in dunkler Fleckenmergelkalk- und -kalkmergel-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>		<u>UR</u>	<u>40</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>gH</u>	<u>kH</u>	
	40	15	37,5	(14,5)	(36,2)	21	19	

(Merkmalswerte des am besten erhaltenen Exemplares).

Vorkommen und Verbreitung: Tethys-Bereich; Ob. Pliensbachium.

Fundort: Haargaß-Graben (18), horizontalisiert.

Arieticeras cf. retrorsicosta (OPPEL)

cf. 1862 *Ammonites retrorsicosta* Opp. -
A. OPPEL, Ueber Jurass. Cephal., S. 139

cf- 1893 *Harpoceras retrorsicosta* Opp. -
G. GEYER, Mittellias, Cephal. d. Schafberges,
S. 10-11, Taf. I, Fig. 14-17.

Material: 3 unvollständige Exemplare (2 Steinkerne und 1 Bruchstück) in dunkelgrauer Fleckenkalk-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>		<u>UR</u>	<u>25</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>gH</u>	<u>kH</u>	
	20	8	40	6,4	32	13	12	

Vorkommen und Verbreitung von *Arieticeras retrorsicosta*:

Europa (vor allem Alpen-Bereich Ob. Pliensbachium.

Fundort: Haargaß-Graben (18), Schutt (2 Ex.); Engelstein (16), horizontalisiert (1 Ex.).

Arieticeras cf. reynesi (FUCINI)

cf. 1908 *Hildoceras Reynesi* FUCINI. -
FUCINI, Synopsis del Medolo, S. 55, Taf. II, Fig. 4-9.

cf. 1927 *Arieticeras Reynesi* Fuc. -
J. SCHRÖDER, Die Amm. d. Jurass. Fleckenm. i. d.
Bayer. Alpen, S. 39(271)-40(272), Taf. II(X) Fig. 8.

Material: Zwei unvollständige Abdrücke in grauer Fleckenkalkmergel-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>		<u>UR</u>	<u>36</u>
<u>werte:</u>	<u>mm</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>mm</u>	<u>%</u>	<u>gH</u>	<u>kH</u>	
	63	30	47,6	18	28,2	(18	18)	

Vorkommen und Verbreitung von Arieticeras reynesi: Tethys-Bereich; Ob. Pliensbachium.

Fundort: Haargraß-Graben (18), Schutt.

Arieticeras cf. *geyeri* (DEL CAMPANA)

cf. 1900 *Harpoceras* (*Hildoceras*) *Geyeri* n. sp. -
DEL CAMPANA, I. Ceph., del Medolo d. Valtrompia,
S. 607, Taf. 8, Fig. 7-8.

cf. 1967 *Arieticeras geyeri* (DEL CAMPANA 1900);
B. GECZY, *Ammonoides Jurass. de Csernye Mont.*
Bakony, S. 104-105, Taf. XXVI, Fig. 3.

Material: Bruchstück eines großwüchsigen Exemplars in Steinkern-
erhaltung; dunkle Fleckenmergel-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Arieticeras geyeri: Europa,
vor allem Tethys-Bereich; Ob. Pliensbachium.

Fundort: Haargraß-Graben (18), Schutt.

Genus *Canavaria* GEMMELLARO 1886

Canavaria (*Tauromenia*) cf. *elisa* FUCINI

cf. 1931 *Tauromenia Elisa* n. sp. -
A. FUCINI, *Foss. Dom. d. Dint. d. Taormina*,
S. 115(125), Taf. X(XXVI), Fig. 1, 2.

Material: Die Hälfte eines Steinkernes mit Abdruck in Flecken-
mergel-Fazies.

<u>Merkmals-</u> <u>werte:</u>	DM	NW		WH		UR	
	mm	mm	%	mm	%	gH	kH
	47	19,5	41,5	15	32	-	17

Vorkommen und Verbreitung von Canavaria elisa: Tethys-Bereich
(vor allem Sizilien); Ob. Pliensbachium.

Fundort: Haargraß-Graben (18), Schutt; Engelstein (16), 1 Bruch-
stück mit "sp" bestimmt, horizontalisiert.

Harpoceratinae NEUMAYR 1875

Genus *Harpoceras* WAAGEN 1869

Harpoceras (*Esericeras*) *compressus* (QUENSTEDT)

- 1883 *Ammonites radians compressus*. -
F.A. QUENSTEDT, Die Amm. d. schwäb. Jura, Bd I,
S. 408-409, Taf. 51, Fig. 6.

Material: Einseitig freigelegter Teil eines Steinkernes in kiese-
liger Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Europa (vor allem außeralpin);
Ob. Toarcium.

Fundort: Mehrenthaler-Weg (15), horizontaliert.

Genus *Harpoceras* WAAGEN 1869

Subgenus *Esericeras* BUCKMAN 1920

Harpoceras (*Esericeras*) *radians* cf. *compressus* (QUENSTEDT)

- cf. 1885 *Ammonites radians compressus*. -
F.A. QUENSTEDT, Die Amm. d. schwäb. Jura, Bd I,
S. 411, Taf. 52, Fig. 4.

Material: Bruchstück mit Abdruck in Fleckenkalk-Fazies mit ver-
einzelten Hornsteinen.

Vorkommen und Verbreitung von *Harpoceras radians compressus*:
Europa (vor allem Schwäbischer Jura); Ob. Toarcium.

Fundort: Mehrenthaler-Weg (15), Schutt.

Genus *Protogrammoceras* SPATH 1913

Protogrammoceras cf. *curionii* (MENECHINI)

- cf. 1886 *A. (Harpoceras) Curionii* n. sp. -
MENECHINI, Foss. du Medolo, S. 4, Taf. II, Fig. 4-5.

- cf. 1967 *Protogrammoceras curionii* (MENECHINI). -
G. CANTALUPPI, Amm. Dom. della Basa Valganna,
S. 225, Taf. XXVII, Fig. 1, 2a, 3, 4.

Material: Einseitig freigelegter Steinkern, beschädigt, in heller
Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Protogrammoceras curionii*:
Tethys-Bereich (vor allem Italien); Unt. Pliensbachium, Davoei-
Zone.

Fundort: Einfang (4), horizontaliert.

Genus *Pseudolioceras*

BUCKMAN 1889

Pseudolioceras sp.

Material: Einzelnes Bruchstück mit Abdruck in Adneter-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Weltweit; Ob. Toarcium.

Fundort: Sulzenmoos-Graben (54), horizontaliert.

Hildoceratinae

HYATT 1867

Genus *Hildoceras*

HYATT 1867

Hildoceras sp.

Material: Unvollständiger Steinkern in Adneter-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Europa, N-Afrika, Anatolien, Kaukasus, Persien, Japan; Unt. Toarcium.

Fundort: SW-Rechenberg-Mulde (52), horizontaliert

Grammocerotinae

BUCKMAN 1904

Genus *Grammoceras*

HYATT 1867

Grammoceras subfallaciosum (BUCKMAN)

1890 *Grammoceras fallaciosum* (BAYLE). -
S. BUCKMAN, Inf. Ool. Amm.,
S. 204, Taf. XXXIII, Fig. 17-18.

1907 *Pseudogrammoceras subfallaciosum* S. BUCKMAN. -
S. BUCKMAN, Inf. Ool. Amm., Suppl. S. CXLVII.

Material: Bruchstück eines Steinkernes in kieseliger Fleckenkalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Grammoceras subfallaciosum*:
Europa; Ob. Toarcium, "Jurens-Zone".

Fundort: Mehrenthaler-Weg (15), horizontaliert.

Grammoceras sp.

Material: Teilweise erhaltener Steinkern in hellgrauer Kalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Weltweit; Ob. Toarcium, "Jurens-Zone".

Fundort: Hammerberg (8), Schutt.

Genus *Pleydellia* BUCKMAN 1899

Pleydellia aalense (ZIETEN)

1830 *Ammonites Aalensis*. -
C. H. ZIETEN, Die Versteinerung Württembergs,
S. 37, Taf. XXVIII, Fig. 3a, b, c.

1890 *Grammoceras aalense*, Zieten. -
S. BUCKMAN, Inf. Oolite Ammonites,
S. 192-193, Taf. XXXII, Fig. 3.

Material: Unvollständiger, etwa in der Mitte geteilter Steinkern
in hellgrauer Kalk-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von *Pleydellia aalense*: Europa und
Tethys-Bereich; Ob. Toarcium, Levesqui-Zone - Aalenium (Opali-
num-Zone).

Fundort: Hammerberg (8), Schutt.

Genus *Hudlestonia* BUCKMAN 1890

? *Hudlestonia* sp.

Material: Bruchstück aus einem Steinkern in kieseliger Flecken-
kalk-Fazies ("Hornsteinfleckenkalk").

Vorkommen und Verbreitung von *Hudlestonia*: Europa; Aalenium
(Opalinum-Zone).

Fundort: Mehrenthaler-Weg (15), horizontalisiert.

Stephanoceratidae NEUMAYR 1875

Genus *Stephanoceras* WAAGEN 1869

Subgenus *Skirroceras* MASCKE 1907

Stephanoceras (*Skirroceras*) cf. *macrum* (QUENSTEDT)

cf. 1886 *Ammonites Humphriesianus macer*. -
F. A. QUENSTEDT, Die Amm. d. Schwäb. Jura, Bd II,
S. 528-530, Taf. 65, Fig. 10, 11.

Material: Bruchstücke eines Steinkernes in kieseliger Fleckenkalk-
Fazies.

Vorkommen und Verbreitung von Stephanoceras macrum: Europa;
Mittl. Bajocium, Humphriesianum-Zone.

Fundort: Mehrenthaler-Weg (15), Schutt.

Hammatoceratidae	BUCKMAN 1887
Phymatoceratinae	HYATT 1900
Genus Pseudomercaticeras	MERLA 1933
Pseudomercaticeras rotaries	MERLA

1933 Pseudomercaticeras rotaries n. sp. -
G. MERLA, Amm. Giur. dell' Appen. Centrale,
S. 40-41, Taf. V, Fig. 2.

Material: Steinkern in teilweise limonitisierter Adneter-Fazies.

<u>Merkmals-</u>	<u>DM</u>		<u>NW</u>		<u>WH</u>		<u>UR</u>
<u>werte:</u>	mm	mm	%	mm	%		
	23	7,5	32,6	8	34,7		15-16/ -

Vorkommen und Verbreitung: Tethys-Bereich, Italien; Ob. Toarcium,
Bifrons-Zone.

Fundort: Sulzenmoos-Graben (54), horizontalisiert.

Kosmocerotidae	HAUG 1887
Genus Kepplerites	NEUMAYR/UHLIG 1892
Kepplerites sp.	

Material: Zwei unvollständig erhaltene Steinkerne in Adneter-Fazies.

Vorkommen und Verbreitung: Deutschland; Unt. Callovium.

Fundort: N-Sulzgraben-Kopf (57), horizontalisiert.

4. STRATIGRAPHIE UND FAZIESVERTEILUNG

Einleitung

Die starke horizontale Fazies-Differenzierung, vor allem in NS-Richtung sowie die unterschiedliche Entwicklung auch in der Vertikalen machen eine Gliederung des Arbeitsgebiets in verschiedene Sedimentationsräume sinnvoll. Tektonische Strukturen (z.B. Mulden- und Satteltzüge) wurden nur dann zur Benennung herangezogen, wenn dies zur Abgrenzung der unterschiedlichen Sedimentationsräume von Vorteil erscheint. Weiterhin können mehrere Sedimentationsräume durch Gemeinsamkeiten (Übergänge, Faziesanklänge, usw.) in ein Sedimentationsgebiet zusammengefaßt werden. Die Begriffe "Sedimentationsraum" und "Sedimentationsgebiet" werden im Folgenden nur zur künstlichen Abgrenzung verschiedener Faziesareale eines offenen Meeres verwendet; es sind damit keine abgeschlossenen Sedimentationsbecken gemeint.

4.1 ALLGÄU-EINHEIT

4.11 Sedimentationsgebiet I

Das Gebiet umfaßt die Areale von der Mehrenthaler-Wand im Süden bis zum Nordrand der Allgäu-Einheit. Sie sind charakterisiert durch eine Reihe von Gemeinsamkeiten:

- a) eine stets kontinuierliche Faziesentwicklung der tiefliassischen dunklen Tonmergel aus den liegenden Kössener Schichten und ihre ebenso kontinuierlichen Übergänge zu den dunkelgrauen Mergelkalken, Kalken und Fleckenkalken des Hangenden;
- b) das Überwiegen mächtiger grauer tonreicher Gesteine;
- c) das Fehlen von massigen roten Kalken sowie Spiculiten. Unterschiede in Fazies und Mächtigkeit lassen eine weitere Untergliederung des Gebietes in Sedimentationsräume zu.

4.111 Sedimentationsraum I1

Sedimentationsraum I1 stellt einen - heute weitgehend abgetragenen - Bereich am äußersten Nordrand der Allgäu-Einheit dar, der nur durch die Aufschlüsse an der Lokalität Maximilianshütte belegt ist. Die Vorkommen samt den liegenden Kössener Schichten grenzen tektonisch an den nächsten, im Süden folgenden Sedimentationsraum I2 an. Sie sind in ihrer Fazies dem Bereich I3 (Zinn-Kopf-Mulde) ähnlich, werden aber durch ein unterschiedliches Faziesgebiet davon getrennt und sind auch geringer mächtig, weshalb sie besonders behandelt werden.

Der Übergang zu den liegenden Kössener Schichten ist nicht abgeschlossen, dürfte aber den Verhältnissen im Bereich fast der gesamten übrigen A.E. entsprechen. Die tiefsten der Beobachtung zugänglichen Liasgesteine sind grobgebankte (im Mittel 40cm) dunkelblaugraue Mergelkalke, deren bräunliche Verwitterungsfarbe - ähnlich wie bei den Kössener Schichten - meist nur einige cm in das Gestein eindringt. Sie können durch den Fund von *Agassiceras cf. scipionianum* (D'ORBIGNY) in die *Semicostatum*-Zone eingeordnet werden. Die darauf folgenden, mittel- bis dunkelblaugrauen Tonmergel, Mergel und Kalkmergel weisen zuunterst eine dickbankige (im Mittel 35cm) Ausbildung auf, deren Schichtstärke zum Hangenden abnimmt (im Mittel 20-25cm). Außerdem werden die Gesteine nach oben zunehmend heller, wobei im mittleren Bereich dunkle Flecken einsetzen. Durch den Fund von *Microderoceras birchi* (SOWERBY) ist die obere Zone (Turneri-Zone) des unteren *Sinemuriums* belegt. Sie gehen kontinuierlich in eine dünngebankte (im Mittel zuunterst 15, zuoberst 8cm) rhythmische Folge von immer heller werdenden und dadurch als intensiver gefleckt erscheinenden Fleckenkalcken mit dunklen Tonmergeln über. Diese Schichten liefern eine reiche Ammonitenfauna, fast nur aus *Echioceraten* und

Paltechioceraten, die eine Einordnung ins obere Sinemurium ermöglichen. Im Schutt nahe der Obergrenze wurde ein großwüchsiges ?*Crucilobicer* cf. *frischmanni* (OPPEL) gefunden, wonach das Alter der jüngsten Schichten hier als unteres Pliensbachium festzulegen ist (s. Profiltafel 1).

4.112 Sedimentationsraum I2

Der nächste im Süden folgende Sedimentationsraum läßt sich in WE-Richtung - wenngleich lückenhaft - fast durch das ganze Gebiet verfolgen. Seine Gesteine bauen den Kern einer tief eingefalteten Mulde im Westen auf, die gegen Osten in mehrere verschuppte Muldenzüge auffächert. Gegenüber dem südlich anschließenden Sedimentationsraum der Zinn-Kopf-Mulde (I3) ist die Sedimentationsrate geringer, vor allem im oberen Unterlias und im mittleren Lias.

Die rätischen Gesteine im Liegenden sind stets als Kössener Schichten entwickelt und gehen ohne scharfe Grenze in dunkle, unterliassische Tonmergel und Mergelkalke über. Die tiefsten, mit leitenden Fossilien belegten, liassischen Gesteine in diesem Bereich sind aber erst die Fleckenmergel, die durch den Fund von *Arnioceras oppeli* GUERIN-FRANIATTE und *Euasteroceras* sp. ins untere Sinemurium eingestuft werden können. Darüber folgen rote, tonige Kalke und Mergelkalke, die oft grünliche Flecken, Linsen und Schlieren aufweisen und durch ihre weiträumige Verbreitung als Leithorizont dienen können. An der Lokalität E-Straßberg (3) zeigen sie eine Wechsellagerung von roten geringmächtigen Tonmergeln und Kalkmergeln (im Mittel je 6-8cm). Die untersten der 2,50m mächtig aufgeschlossenen Schichten lieferten - ebenso wie die liegenden grauen Fleckenmergel - *Arnioceraten* und lassen so den Fazieswechsel ins untere Sinemurium einengen. Im Bereich der Weißen Ache sind sie an zwei Lokalitäten aufgeschlossen. Während sie an

der ersten (Einfang-II, Nr. 5) etwa die gleiche Ausbildung wie in E-Straßberg zeigen, zeichnen sie sich an der zweiten (Einfang-I Nr. 4) durch einen geringeren Tongehalt und eine größere Mächtigkeit (3,5m) aus.

Sie lieferten hier neben Echinodermenschutt eine mäßig reichhaltige Ammonitenfauna (Echioceraten-, ?Uptonia- und Tropicoceras-Bruchstücke), die eine Einstufung der Schichten ins obere Sinemurium bis untere Pliensbachium ermöglichen. Darüber folgen sehr hellgraue, zuweilen grünliche, schwachgefleckte (Einfang-I) oder hell- bis gelbgraue, fleckenlose (Einfang-II) Kalke und Mergelkalke, die mit Tonmergeln wechsellagern. Die hellgrauen Kalke sind durch Funde von Protogrammoceras cf. curionii (MENEHINI) in der unmittelbar auf die liegenden roten Mergelkalke folgenden Bank ins obere Pliensbachium einzuordnen. In das gleiche stratigraphische Niveau gehören auch die dunkleren Gesteinsserien der Lokalitäten Hochfelnweg-II (Nr. 7) und E-Avenhausen (Nr. 2). An der ersten sind Gesteine etwa 5m aufgeschlossen, deren untere 3m aus dunkelgrauen, schiefrigen Mergeln bestehen. Sie gehen m.o.w. kontinuierlich in noch 2,5m mächtig aufgeschlossene, grobgeschichtete (30-60cm), dunkelgraue, etwas bituminöse Kalke und Mergelkalke über, die plattig absondern. Durch Ammonitenfunde können die unteren Schichten in die Margaritatus-Zone (*Amaltheus* sp.), die oberen in die Spinatum-Zone (*Pleuroceras* sp.) eingestuft werden. Letztere sind besser erschlossen auch weiter im Westen (E-Avenhausen Nr. 2) anzutreffen. Hier treten etwa 7m mächtige Gesteine ähnlicher Ausbildung, aber in weniger verwittertem Zustand, zu Tage. Sie lieferten eine Vielzahl von Pleuroceraten und zeigen einen umgestörten Übergang zu den hangenden "Posidonien-Schichten", die sonst in diesem Sedimentationsgebiet entweder tektonisch ausgequetscht oder abgetragen sind. Diese dunkelgrauen, bituminösen, schiefrigen Tonmergel und Mergel, die eine Mäch-

tigkeit von etwa 4,5m erreichen, sind durch Dactylioceraten (GALL 1970, S. 48) als unteres Toarcium belegt. Sie werden von einer 10-15cm mächtigen, roten Tonmergellage, die sonst im Gebiet nicht nachzuweisen war, überlagert. Die nicht unmittelbar aufgeschlossenen hangenden Schichten bestehen aus dunklen dünngebankten (im Mittel 5-7cm) Kalksteinen, die nach oben durch zunehmenden Echinodermenschutt-Gehalt und hellgraue Farbe gekennzeichnet sind. Sie treten etwa 1m mächtig unmittelbar östlich des "Posidonien-Schichten"-Aufschlusses zu Tage. Darüber folgen noch schlecht erschlossene mittelgraue Kalken, die dunkle Hornsteine mit einer Größe von 2-4cm Durchmesser führen. Sie lieferten nur einzelne Lytoceraten (GALL 1970, S. 49), sind aber nach Ammonitenfunden in ähnlichen Gesteinen des südlich angeschlossenen Sedimentationsraums I3 (s. unten) wahrscheinlich dem oberen Toarcium zuzuordnen. Im östlichen Teil des Gebietes an der Lokalität Hammerberg-Diensthütte (8) werden die Schichten von E-Avenhausen durch helle, schwach gefleckte Kalke vertreten, die im Schutt eines schlecht aufgeschlossenen Profils anzutreffen sind. Sie lieferten Ammoniten des oberen Toarciums (Pleydellia aalense (ZIETEN), sowie Grammoceraten-Bruchstücke) und können ins obere Toarcium eingestuft werden. (s. Profiltafel 2).

4.113 Sedimentationsraum I3

Dieser Bereich ist durch mächtige, weitgehend graue Gesteine gekennzeichnet. Er ist der südlichste des Sedimentationsgebietes I und weist im Bereich der Zinn-Kopf-Mulde unmittelbar nördlich der Mehrenthaler-Wand-II, wo er am vollständigsten erhalten geblieben ist, die größte Mächtigkeit des Lias (etwa 250m) der Allgäu-Einheit auf. In der östlichen Fortsetzung läßt er sich nur durch meist lückenhaft erhaltene Gesteinsserien verfolgen, die

tektonisch dem Nordflügel entsprechen dürften (DOBEN 1970, S. 118-119), und fazielle Anklänge an den nördlichen Bereich zeigen.

Der Übergang aus dem Rät erfolgt kontinuierlich wie im gesamten Sedimentationsgebiet nördlich der Mehrenthaler-Wand, wo sich die Fazies der Kössener Schichten in ähnlicher Ausbildung bis zum unteren Lias fortsetzt. Dies wurde von GALL (1970, S. 36) an der Lokalität S-Einöd-I (11) durch eine Reihe unterliassischer Fossilien (Psiloceraten) in den Lamellibranchiaten-Kalken belegt. Dieselben Gesteine wurden auch im Wunder-Graben angetroffen. Die von GALL (1970, S. 34) als Grestener Schichten bezeichneten und dem unteren Lias zugeordneten Gesteine der Lokalität E-Steinach (10) konnten durch Funde von *Rhaetavicula contorta* (PORTLOCK) ins Rät eingestuft werden. Über den Lamellibranchiaten-Kalken folgen - meist tektonisch beansprucht - dunkelgraue Tonmergel, die eine Mindestmächtigkeit von 5m (Kreuz-Graben) aufweisen. Sie lieferten zahlreiche Ammoniten des Genus *Schlotheimia* (vgl. auch GALL 1970, S. 38) und können so ins obere Hettangium eingestuft werden. Im Hangenden dieser Tonmergel schalten sich dunkelgraue grobgebankte (25-50cm) Mergelkalke ein, deren unterste, etwa 80cm mächtig aufgeschlossene Anteile durch starke Brachiopoden-Anreicherung gekennzeichnet sind. Leitende Fossilien jedoch lieferten erst die hangenden Schichten - z.B. *Agassicerias nodulatum* (BUCKMAN), unteres Sinemurium, bei GALL (1970, S. 39-40) -, zu denen auch die von GALL (1970, S. 39) beschriebenen "Gryphaeenkalke" gehören dürften. Darüber folgen Flecken führende Mergel und Mergelkalke, die an vielen Lokalitäten - vor allem im Bereich der Zinn-Kopf-Mulde - zu beobachten sind und durch ihre reiche Ammonitenfauna den Nachweis aller Zonen und der meisten Subzonen des unteren Sinemuriums gestatten. Sie sind durch eine ansehnliche Mächtigkeit - allein die Schichten des unteren Sinemuriums erreichen mindestens 80m - und eine in der Horizontalen wenig

differenzierte Sedimentation gekennzeichnet. Nur am Nordflügel der Zinn-Kopf-Mulde konnte eine Einschaltung einer Echinodermenschutt-Kalkbank (35-50cm mächtig) mit dunklen Hornsteinen, die stellenweise in zusammenhängende Bänder übergehen, im gleichen stratigraphischen Niveau (Semicostatum-Zone) an zwei ca. 3km voneinander entfernten Stellen (Einöd-I und Engelstein Nr. 11 und 16) angetroffen werden.

Die immer dünner bankig (im Mittel 5-10cm) und heller werdenden Fleckenkalke in Wechsellagerung mit dunkleren Tonmergeln gehen im Westen der Zinn-Kopf-Mulde sowie im gesamten Bereich der östlichen Fortsetzung des Südflügels kontinuierlich bis ins obere Sinemurium hinauf, während im östlichen Teil des Nordflügels (Engelstein Nr. 16) und seiner weiteren Fortsetzung (S-Mühlalp-Kopf, Tiefenbach Nr. 9) eine Einschaltung von etwa 1 bzw. mehr als 2m mächtigen, roten Mergelkalken und Kalken auftritt, die Anklänge an eine gleichaltrige Ausbildung des nördlich anschließenden Sedimentationsraumes I2 zeigt. Letztere Sedimente konnten durch Echioceraten-Funde in den unmittelbar hangenden und liegenden Schichten ins obere Sinemurium eingeordnet werden.

Das untere Pliensbachium ist im ganzen Sedimentationsraum I3 - ähnlich wie im Bereich I1 - durch einheitliche Wechsellagerung von hellen Fleckenkalken und Tonmergeln charakterisiert. Mit den im westlichen Gebiet bekannten, hellen, intensiv gefleckten Kalken von Unterpliensbachium-Alter (GALL 1970, S. 45) konnten durch Funde von *Epideroceras cf. transiens* BREMER ähnlich ausgebildete Gesteine im Osten (Wunder-Graben) parallelisiert werden. In den darauf folgenden Schichten des unteren Oberpliensbachiums ist wieder eine Faziesdifferenzierung in der Horizontalen festzustellen. Während im Westen (S-Einöd-II Nr. 11 und Mehrenthaler-Weg Nr. 15) die Faziesentwicklung m.o.w. den liegenden

Schichten ähnelt, weist sie im Osten (Engelstein -16-, Haargaß-Graben -18-) dunklere, wesentlich tonreichere und gröber gebankte (30-100cm) Gesteinsserien auf. Sie können durch eine reiche Ammonitenfauna (Arieticeraten und Amaltheiden) in die Margaritus-Zone eingestuft werden. Lithologisch ähnlich sind auch die stratigraphisch höheren Schichten (Spinatum-Zone), die im westlichen Teil des Nordflügels der Zinn-Kopf-Mulde mit leitenden Fossilien (Pleuroceraten) belegt worden sind (GALL 1970, S. 49). Äquivalente am Südflügel der Zinn-Kopf-Mulde sind mit großer Wahrscheinlichkeit gut gebankte (im Mittel 8 - 15cm), hell- bis mittelgraue Fleckenkalke, die mit dunkleren, dünneren (im Mittel 2 - 5cm) Tonmergellagen wechsellagern, und ein *Partschiceras partschi* (STUR) lieferten, sowie weiter östlich (N-Hocherb-Alm -17-) vermutlich etwas dunklere Hornstein führende und dünner gebankte Fleckenkalke. Letztere zeigen Anklänge an das südlich der Mehrenthaler-Wand angeschlossene Sedimentationsgebiet III. Die darüber folgenden Schichten des unteren Toarciums konnten nur im östlichen Teil des Gebietes (Haargaß-Graben -18-) nachgewiesen werden. Hier treten- jedoch nicht in direkten Kontakt - über den dunklen, mergeligen Schichten des Ober-Pliensbachiums dunkle Hornstein führende Kalke und helle, braungraue Echinodermen-Schuttkalke in Wechsellagerung auf. Aus der zu-unterst aufgeschlossenen Echinodermenschutt-Kalkbank konnte ein *Dactylioceras*-Exemplar gewonnen werden, wodurch eine Einstufung der Gesteine ins Untertoarcium ermöglicht wird. Zum Hangenden nimmt der Kieselgehalt zu und die Gesteine gehen kontinuierlich in die spiculitischen Kalke des Doggers über. Auch hier zeigen die Gesteine Ähnlichkeiten mit denen des südlich der Mehrenthaler-Wand angeschlossenen Sedimentationsgebietes III. Im Bereich der Zinn-Kopf-Mulde an der Lokalität Mehrenthaler-Weg (15) konnten die Schichten des unteren Toarciums nur indirekt durch Leit-

fossilien eingestuft werden: in den Fleckenkalken des Liegenden wurde *Partschiceras partschi* (STUR) gefunden; in den hangenden Fleckenkalken mit dunklen Hornsteinknollen und -linsen, die zuweilen in Bänder übergehen, dagegen Ammoniten des obersten Lias und unteren Doggers (Grammoceraten, Harpoceraten, Leioceraten, Graphoceraten). Da die Faziesentwicklung kontinuierlich vor sich geht, ist es nicht möglich, eine scharfe Grenze zu ziehen. Das erste Auftreten der Hornsteine dürfte in der Zinn-Kopf-Mulde mit dem unteren Toarcium begonnen haben, nicht im obersten Lias, wie es bisher (GALL 1970, S.49) angenommen wurde (s. Profiltafel 3 und 4).

4.12 Sedimentationsgebiet II

Das Sedimentationsgebiet II ist auf den Bereich Mehrenthaler-Wand im Westen bis zum Bairerkopf im Osten beschränkt und durch

- a) das Fehlen von rätischen Schichten,
- b) das nördlichste Auftreten des roten massigen Kalkes,
- c) die geringen Sedimentationsraten während des ganzen Jura (max. 50m)

charakterisiert. Es schiebt sich, jedoch nur westlich der Weißen Ache, zwischen die Sedimentationsgebiete I und III, während diese im Osten, zumindest während des oberen Lias, anscheinend kontinuierlich ineinander übergehen.

Die jurassischen, roten Kalke liegen hier, wie bereits DHEIN (1944, S.196) und GALL (1970, S.32, 33) beschrieben, transgressiv über gut gebanktem Hauptdolomit. Da ein - das ganze Rät umfassender - großer Hiatus an der Grenze Trias/Jura in den Alpen sonst nicht bekannt ist, wurde der Kontakt vom liegenden Hauptdolomit zu den jurassischen Schichten ganz besonders kritisch überprüft. Hierfür bieten drei Aufschlüsse am steilgestellten und schwach

nach Norden überkippten, westlichen Nordflügel besondere günstige Möglichkeiten. Sehr helle, fleischrote, massige Kalke greifen in die Oberflächen des verkarsteten Hauptdolomits ein, teilweise noch mit Hauptdolomit-Komponenten an der Basis. Die Auflage ist daher mit Sicherheit primär.

Zum Hangenden wird das blaßrote bis weißliche Gestein, das vermutlich den unteren und mittleren Jura umfaßt, mit kaum erkennbarer Schichtung zunehmend deutlich gebankt, zuunterst grob (bis 100cm) dann kontinuierlich dünner (bis zu Dezimeterbereich).

Es geht ohne scharfe Grenze in Knollenflaserkalk des Oberjura über, der seinerseits wieder in gelblichweiße, dichte, glatt brechende Kalke mit vereinzelt Calpionellen (Biancone-Schichten) überleitet. Schichtlücken, die in früheren Arbeiten (GALL 1970, S. 34) vermutet werden, konnten nicht festgestellt werden. Die rote Farbe wird vom Hangenden zum Liegenden, wenn auch ungleichmäßig, zunehmend intensiver. An der Basis ist etwas Echinodermenschutt enthalten, der zum Hangenden noch etwas zunimmt, aber - verglichen mit den südlicher vorkommenden roten Kalken - hier weit zurücktritt. Das gleiche gilt auch für Eisen- und Mangانبildungen.

Im östlichen Teil des Sedimentationsgebietes (Bairerkopf) werden die hellen bis blaßroten Kalke durch hellbraunrote, pseudoodische, ebenso massige Kalke ersetzt, die auch kontinuierlich ins Tiefrote übergehen (vergl. auch GALL 1970, S. 34). Sie führen eine lagenweise stark angereicherte Mikrofauna, darunter die im unteren Lias häufige *Involutina liasina* JONES (vergl. GALL 1970, S. 34).

Die stark variierende Mächtigkeit des Gesteins beträgt in der westlichen Mehrenthaler-Wand, wo die Schichten am besten aufgeschlossen sind, etwa 15m in massiger, 4-5m in gebankter und 3-6m in der Knollenflaserkalk-Ausbildung. Die unteren Gesteins-

serien sind bereits von GALL (1970, S. 34) mit unterliassischer Fauna belegt worden. Die kontinuierliche Faziesentwicklung läßt einen Vergleich mit der ähnlichen der Hochlerch-Silleck-Mulde zu. Hier konnte im grobgebankten Bereich Dogger nachgewiesen werden (MATHUR 1974, S. 281). Auch die Kalke der Mehrenthaler-Wand dürften nur im Bereich der massigen Ausbildung liassisches Alter besitzen.

4.13 Sedimentationsgebiet III

Das Sedimentationsgebiet III ist das südlichste der Allgäu-Einheit. Es umfaßt die Niedernfels- und Schnappenmulde (nach DHEIN 1944, S. 194) sowie ihre östlichen Fortsetzungen. Gegenüber dem Sedimentationsgebiet II unterscheidet es sich durch das häufige Auftreten von Echinodermen-Schuttkalken und spiculitischen Gesteinen, gegenüber dem nördlichen Sedimentationsgebiet I durch das Vorkommen von massigen bis grobgebankten, roten Kalken im unteren Lias. Die vollständigsten Aufschlüsse finden sich im Westen, wo die Faziesentwicklung von den liegenden, rätischen Schichten bis zu den hangenden Dogger-Kieselkalken nahezu kontinuierlich zu verfolgen ist, während im Osten (östlich der Weißen Ache) meist nur die Kieselkalke des Oberlias und Doggers aufgeschlossen sind.

Das Gebiet läßt sich im Westen (südlich der Mehrenthaler-Wand) in einen nördlichen und südlichen Bereich gliedern, während dies weiter nach Osten wegen der lückenhaften Erhaltung nicht möglich ist. Hier sind auch - zumindest im oberen Lias - Anklänge an den Südflügel des nördlich anschließenden Sedimentationsraums I3 festzustellen.

Das liegende Rät besteht aus - im Norden (Kobelwand) dünner gebankten (im Mittel 10cm), im Süden (N-Rotwandkopf) dickbankigeren (im Mittel 40cm) - grauen bis braungrauen Kalken, wobei eine Reduzierung der Mergelzwischenlagen und eine Zunahme der Thecos-

milien gegen den südlichen Bereich festzustellen ist. Dadurch zeigen sich Anklänge an die Fazies des "Oberrätkalks" der Lechtal-Einheit im Süden. Die liassischen Gesteine des nördlichen Bereiches sind an der Lokalität N-Kobelwand (26) gut zu beobachten. Hier liegen über den gutgebankten rätischen Schichten - der Kontakt ist nicht aufgeschlossen - blaß- bis hellrötliche, zum Hangenden rote massige bis grobgebankte (im m-Bereich), Echinodermenschutt führende Kalke, die in der Literatur als Hierlatzkalk (DHEIN 1944 und GALL 1970) bezeichnet wurden. Sie sind von GALL (1970, S.43) durch Mikrofauna (*Involutina liasina* JONES) in den unteren Lias bis Sinemurium eingestuft worden. Darüber folgt eine 60-70cm mächtige, blaugraue, schwach gefleckte Mergelkalklage, deren Alter nur durch seine Lagerung bestimmt werden konnte.

Die oberen Serien der darauf folgenden hellgrauen bis braungrauen Echinodermen-Schuttkalke, die etwa 4m aufgeschlossen sind, lieferten *Cuspiteitthis* cf. *aquaria ventricosa* (VOLTZ), der aus dem oberen Lias bekannt ist. Aufgrund seiner Zwischenlagerung dürfte der graue Mergelkalk selbst etwa den unteren Mittellias einnehmen, während die unmittelbar folgenden Echinodermen-Schuttkalke, die bisher als mittelliassisch aufgefaßt wurden (GALL 1970, S.50) bis mindestens ins untere Toarcium hinaufreichen. Dies wird außerdem gestützt durch einen Ammonitenfund (*Dactylioceras* sp.) in ähnlich ausgebildeten Schichten des östlichen Gebietes (Haargaß-Graben -18-).

Auch NÖTH (1926, S.456-457) erwähnt Oberlias-Fossilien (*Harpoceraten*abdrücke) aus dem östlich der Lokalität gelegenen Gebiet. Dort allerdings liegen die Echinodermen-Schuttkalke entweder auf dunklen Fleckenmergeln, die bis ins. ob. Pliensbachium reichen (Haargaß-Graben) oder auf Hornstein führenden Fleckenkalken (N-Hocherb-Alm -17-) und gehen in rote Echinodermen-Schuttkalke des Hangenden über.

Im südlichen Bereich sind an der Lokalität N-Rotwandl-Kopf (27)

die liegenden Schichten der roten grobgebankten Kalke aufgeschlossen. Sie bestehen aus mittelgrauen gut gebankten (dm-Bereich), Pseudooide führenden Kalken. Sie zeigen Anklänge an den Oberrätkalk, der erst in der südlichen Lechtal-Einheit das Liegende der liassischen Gesteine bildet. Zum Hangenden sind häufig feinspätige, sowie Hornstein führende Bänke zwischengeschaltet.

Der Kontakt zu den roten Liaskalken ist hier gut aufgeschlossen. So beginnt der Lias mit einer 70cm mächtigen dunkelroten Kalkbank, die hellere (zuweilen hellgrünliche) bis zu einigen cm große Knollen, Linsen und Schlieren erkennen läßt und so deutliche Anklänge an einen typischen Knollenkalk zeigt. Erst die darauf folgenden, etwa 3m (200m weiter östlich 6m) mächtig aufgeschlossenen, grobgebankten (im Mittel 60-70cm) und Echinodermenschutt führenden Kalke lassen sich mit denen des Nordbereiches vergleichen. Ihr unmittelbar Hangendes ist nicht aufgeschlossen, so daß die Frage, ob der graue Mergelkalk des nördlichen Bereiches auch hier auftritt, offenbleiben muß.

Weiter oben folgen wie im Norden - obgleich lückenhaft - Echinodermen-Schuttkalke, die hier allerdings hellere (weißgelbliche bis hellbraungraue) Farben aufweisen. Sie gehen in (ebenfalls zuunterst schlecht aufgeschlossene) graue, gutgebankte (im Mittel 6-8cm) spiculitische Kalke über, die oft durch dünne (bis zu einigen cm mächtige) dunkle Mergellagen getrennt sind. Diese Kalke sind an der Lokalität E-Freiweidach (24) etwa 4m mächtig aufgeschlossen.

Im Gegensatz zum nördlichen Bereich sind die Echinodermen-Schuttkalke hier nur untergeordnet zwischengeschaltet. Zum Hangenden werden die Kieselkalke dunkler, intensiv gefleckt und führen dunkle bis zu einigen cm große Hornsteine, die weiter oben in Linsen und Bänder übergehen. Aufgrund der spärlichen Fauna können sie nur

durch die Lagerung - hier über den hellen Echinodermen-Schutt-
kalken, die Dactylioceraten und Harpoceraten lieferten - in den
Oberlias bis Dogger eingestuft werden. (s. Profiltafel 5).

4.2 LECHTAL-EINHEIT

4.21 Sedimentationsgebiet IV

Als Sedimentationsgebiet IV wurden die Areale im nördlichen Teil
der Lechtal-Einheit, wo der Lias ganz oder zum größten Teil aus
rotem massigem Kalk (Schwellenkalk) besteht, zusammengezogen.
Es umfaßt den Bereich zwischen dem Stirnrand der Lechtal-Einheit
im Norden und dem Nordrand der Hochgern-Schuppe mit ihren öst-
lichen Fortsetzungen im Süden; und zwar von N nach S die Mulden:
nördliche Haßberger-Mulde, südliche Haßberger-Mulde, Hochfeltn-
Glockenschmiede-Mulde, Hochlerch-Silleck- (westlich der Weißen
Ache) bzw. Nesselauer-Mulde (östlich der Weißen Ache).

Das Gebiet läßt sich nach zwei unterschiedlichen Faziesentwicklungen
vom Liegenden bis zum tieferen Lias gliedern:

1. Bereiche, in denen unter Ausfall des Räts jurassischer Schwellen-
kalk unmittelbar auf Hauptdolomit übergreift;
2. solche, die eine kontinuierliche Entwicklung aus dem Oberrätkalk
zu Unterlias-Kieselkalken und erst später (Sinemurium) zu rotem
Schwellenkalk aufweisen.

Infolge der starken tektonischen Beanspruchung ist eine genaue Ab-
grenzung dieser beiden Bereiche voneinander jedoch schwierig und
hätte eine sorgfältige Spezialkartierung des gesamten östlichen Ge-
bietes zur Voraussetzung, was im Rahmen der vorliegenden Arbeit
nicht möglich war. Sie kann daher nur skizzenhaft erfolgen.

Weiterhin ist die stratigraphische Einstufung des Schwellenkalks
wegen seiner großen Fossilarmut an vielen Stellen nicht gesichert,
vor allem im Osten. So wurden aus Basislagen mehrfach Fossilge-
meinschaften mit *Posidonia alpina* GRAS und *Protoglobiogerinen* be-

schrieben, die auf oberen Dogger hinweisen (z. B. TRISCHLER 1967, S. 35, DOBEN 1970, S. 69, Abb. 25), während andererseits Ammonitenfunde (im Westen) stets für tiefen Lias sprechen. So muß die Möglichkeit offenbleiben, daß - vielleicht infolge eines stärkeren Reliefs - die Sedimentation des Schwellenkalks stellenweise, vor allem im Osten, erst wesentlich später einsetzt. Hierfür könnten die stark abnehmende Mächtigkeit in dieser Richtung sowie das Auftreten von Hauptdolomitkomponenten an der Basis des Schwellenkalks und - lateral transportiert - auch im tiefliassischen Kieselkalk sprechen, die im Westen fehlen.

I. Bereiche mit Schwellenkalk über Hauptdolomit

Bereiche mit Schwellenkalk über Hauptdolomit sind einerseits im östlichen Teil der Haßberger-Mulden (Haßbergermarmor-Steinbruch, SSW Glockenschmiede), andererseits an den Nordflügeln (Ostteil: N-Bischofsstuhl) der Hochlerch-Silleck- (im Westen) bzw. Nesselauer-Mulde (W. Thorau-A., N-Brand), im Osten vorhanden,

Der unmittelbare Übergang von Hauptdolomit zum Juraschwellenkalk ist an mehreren Lokalitäten gut aufgeschlossen. 1. An der nördlichen Ecke des Haßbergermarmor-Steinbruches (nördliche Haßberger-Mulde, Ostteil) greift blaßrötlicher Schwellenkalk (massig, mit grünlichen mergeligen Adern, z. T. Pyrit führend, marmoriert) auf grauen bis weißlichen, undeutlich gebankten, tektonisch stark beanspruchten Hauptdolomit über. Dieser wird von Störungen in mehreren Scharen, z. T. mit Harnischen, durchsetzt und ist häufig mit Kalkspat (stellenweise bis 0,5m mächtig) durchadert, jedoch nicht mylonitisiert. Stellenweise greift der Schwellenkalk in Spalten steil ins Liegende ein; eine derartige Füllung (bis 1,5cm breit) enthielt stark angereichert Echinodermenschutt (Hinweis auf synsedimentäre Einschwemmung).

In einem Handstück vom Grenz-Bereich Hauptdolomit/Schwellenkalk wurde ein Ammoniten-Querschnitt mit gekielter und durch zwei Furchen begrenzter Externseite (Arietitidae, Unt. Sinemurium) beobachtet.

An einer spitzeingefalteten Spezialmulde im Grenzbereich zwischen Hauptdolomit und Jurakalk sind stellenweise Partien eines grauen Kalksteins mit dunklen Hornsteinkomponenten, die eine Größe bis zu 1cm erreichen, zu beobachten. Wahrscheinlich bilden sie eine örtliche Sonderfazies an der Basis des Schwellenkalkes. Ähnliche Gesteine wurden auch an der Lokalität SSW-Glockenschmiede (s. weiter unten), wenige Meter westlich der dort beschriebenen Basalbreccie im Grenzbereich Hauptdolomit-Schwellenkalk gefunden.

2. An der Lokalität SSW-Glockenschmiede (Südflügel der südlichen Haßlberger-Mulde, "Oberrätkalk" bei DOBEN 1970) wurde an der Basis des hier schon etwas helleren Schwellenkalkes gegen Hauptdolomit eine hellgraue synsedimentäre Breccie mit hellfleischroten Intraklasten und Hauptdolomit-Komponenten (bis mehr als 4cm) sowie großoolitischen Hohlraumfüllungen aus Kalzit angetroffen.

3. Im Osten an der Lokalität Hochlerch-Silleck-Mulde (östlich) ist der Übergang Hauptdolomit/Schwellenkalk an mehreren Stellen aufgeschlossen. Der liegende Hauptdolomit ist hier grobgebankt (20-100cm), normal zerklüftet, zeigt keine Mylonitisierung, wohl aber Verkarstungen (s. Profiltafel 6), Lösungserscheinungen entlang der Schichtfugen und Plombierung mit rotem Schwellenkalk. Seine Oberfläche weist stellenweise ein deutliches Relief mit Niveauunterschieden von wenigen dm bis 2m auf. Darauf folgt mit schwacher Erosionsdiskordanz der fleischrote Schwellenkalk mit vier unterschiedlichen Übergängen aus dem Liegenden in den nur wenige Meter nebeneinander liegenden Aufschlüssen:

a) eine geringmächtige (cm-Bereich, an Ton und Hämatit reiche Schicht an der Basis des Schwellenkalks,

b) stellenweise über der Diskordanz gelbliche dolomitische Mergelkalke mit Schrumpfungsrissen, die mit Kalkspat ausgefüllt sind und mit einer Mächtigkeit von 30-40cm oft die Unebenheiten des Hauptdolomits ausfüllen,

c) Basalbreccie aus Hauptdolomit-Komponenten, die nur an Stellen, wo das Relief des Hauptdolomits steilwandig ist, sowie in Karstschlotten auftritt,

d) unmittelbare Auflagerung des Schwellenkalks auf Hauptdolomit an Stellen, wo kein Relief vorhanden ist, mit Harnischstriemungen an der Grenzfläche. Das könnte man zwar für eine Überschiebung des Kalkes auf Hauptdolomit deuten. Solche Erscheinungen treten aber schon allein wegen der verschiedenen physikalischen Eigenschaften - Schwellenkalk sehr widerstandsfähig, Hauptdolomit wesentlich leichter faltbar - auf, weshalb ihnen kein besonderes Gewicht zukommt.

Am nördlichsten Aufschluß dieser Lokalität, wo der Schwellenkalk einen Verkarstungshohlraum, der entlang der Schichtfugen eingreift, ausfüllt, wurde ein schlecht erhaltener Ammonit -cf. *Schlotheimia extranodosa* (WÄHNER) - gefunden, der mit Vorbehalt auf die tiefste Lias-Stufe hinweist. Nach oben reicht der Schwellenkalk bis in den ob. Dogger, wie Ammonitenfunde von MATHUR (1974, S. 291) an der Zwölferspitz (Hochlerch-Silleck-Mulde) zeigen.

Im Bereich des Nordflügels der Nesselauer-Mulde grenzt z.B. an der Lokalität N-Nesselauer-A. (Nr. 37) der Schwellenkalk - hier fleischrot - ohne größere tektonische Beanspruchung an Hauptdolomit. Weiter gegen Osten im Bereich südlich des Brandsteins an der Lokalität N-Brand wurden ähnliche Verhältnisse angetroffen. Im Schutt des hier blaßroten Schwellenkalkes ("Oberrätkalk" bei DOBEN 1970) wurde eine Fauna aus unbestimmbaren Ammoniten- und Belemnitenbruchstücken sowie *Inoceramus* sp., und Echinodermenstielgliedern gefunden. Sie weist eindeutig auf ein jurassisches Alter hin.

Die Mächtigkeit des Schwellenkalkes beträgt normalerweise etwa 15-20m. Geringere Werte sind häufig durch tektonische Reduktion bedingt (z.B. im Bereich N-Hochfeltn 3-7m). Als Maximalwert gibt TRISCHLER (1967) 80m an, jedoch muß hier mit der Möglichkeit einer tektonischen Vervielfachung gerechnet werden.

II. Bereiche mit Unterlias-Kieselkalk über Oberrät

Die m.o.w. kontinuierliche Faziesentwicklung aus dem Oberrätkalk über Unterlias-Kieselkalke zum Schwellenkalk ist vor allem am Südflügel der Hochlerch-Silleck-Mulde im Westen sowie an einzelnen Vorkommen des nur stellenweise erhaltenen Mulden-Zuges von Hochfeln über die Farnböden bis zur südlichen Haßberger-Mulde im Osten zu beobachten.

Die Basisgesteine zeigen vor allem in der Horizontalen eine sehr starke fazielle Differenzierung. Im Bereich der Hochlerch-Silleck-Mulde wurden sie von MATHUR (1973) und TRISCHLER (1967) eingehend bearbeitet.

Sie bestehen, wo sie vollständig aufgeschlossen sind, zuunterst aus dunkelgrauen kieseligen Kalken und Kieselkalken, die zum Hangenden im allgemeinen in hellere (gelbgraue, grüngraue) und kieselsäureärmere, nur noch vereinzelt Hornsteinknollen führende Kalke, stellenweise mit erhöhtem Echinodermenschutt-Gehalt übergehen. Die obersten Schichten weisen örtlich einen stärkeren Wechsel auf: helle knollige Kalke (W-Hochlerch), honiggelbe Kieselkalke und bunte (violettrote, honiggelbe und grünliche) Spiculite (E-Hochlerch), die hier zusammen mit verkieselten oder kieselsäureärmeren (E-Hochgern) Echinodermen-Schuttkalken auftreten. An der Lokalität E-Hochlerch liegen die bunten Spiculite und spiculitischen Kalke in roten Mergellagen.

An der Lokalität Hochfeln liegen über Oberrätkalken gut gebankte Kieselkalke, die zuunterst (25cm) hellgrau mit honiggelben Hornsteinen, dann mittelgrau mit dunkelgrauen Hornsteinen (3m), zuoberst als etwa 1m mächtige Serie aus helleren grauen Kieselkalken, die stellenweise in Spiculit übergehen, entwickelt sind. Abschließend folgen wieder graue Kieselkalke mit dunkleren Hornsteinen.

An der Lokalität Farnböden liegt über Oberrätkalken eine etwa 2,5m

mächtige Serie - wechsellagernd - aus grauen bis dunkelgrauen Echinodermen-Schuttkalken mit dunkleren Hornsteinknollen und -bändern sowie kieseligen Fleckenkalken. Oft werden die Bänke der Gesteinsserie durch dunklere, dünne (im Mittel 4cm) Tonmergel- und Mergellagen getrennt.

An der Lokalität Thorau-Bach liegt eine etwa 15m mächtige Gesteinsserie, deren unterste 5m eine ähnliche Ausbildung wie die an der Lokalität Farnböden aufweisen. Zum Hangenden jedoch nehmen die Echinodermen-Schuttkalke sowie die Hornsteinknollen und -bänder m.o.w. kontinuierlich ab, wobei auch die Fleckenkalke heller werden.

An der Lokalität W-Glockenschmiede (südliche Haßberger-Mulde, westlicher Teil) liegen über den östlichsten Vorkommen von Oberrätskalken (mit Pseudoiden und Thecosmilien) - die ihrerseits über schlecht aufgeschlossenen Kössener Schichten folgen - dunkelgraue bis dunkelblaugraue, gut gebankte (im Mittel 5-10cm) Kieselkalke, die mehr als 20m mächtig aufgeschlossen sind. Im Bachschutt fanden sich Lesesteine einer dunklen kieseligen Breccie mit zahlreichen hellgelblich-bräunlichen Kalk- und Dolomitmalkkomponenten (bis 3cm), die wenigstens z.T. dem Hauptdolomit entstammen und damit beweisen, daß dieser - wenigstens stellenweise - zur Zeit des unteren Lias freigelegen haben muß. An ihren Einbettungsort konnten sie nur durch lateralen Transport gelangen. Sie bilden auch einen indirekten Beleg für das örtliche synsedimentäre Übergreifen des Schwellenkalks unmittelbar auf Hauptdolomit.

Die Kieselkalke der Hochlerch-Silleck-Mulde wurden von MATHUR (1973, S.204) in den unteren Lias (Hettangium bis unt. Sinemurium) eingestuft. Dies konnte durch den Fund eines Vermiceras aff. spiratissimum (QUENSTEDT) - Sinemurium - aus den untersten Schichten des hangenden Schwellenkalkes E-Hochgern-Haus bestätigt werden. Die Mächtigkeit der Kieselkalke beträgt im Westen (Hochlerch-Silleck-Mulde) bis etwa 10m, im Osten (Glockenschmiede) mindestens 20m. (s. Profiltafel 6).

4.22 Sedimentationsgebiet V

Der Sedimentationsgebiet V umfaßt - von N nach S - die Areale der Hochgern-Schuppe (Westen) und der Haaralp-Kratzel-Schneid-Mulde (Osten). Er ist gekennzeichnet a) durch mächtige unterliassische Hornsteinfleckenkalke und Fleckenkalke und darüber folgende Echinodermen-Schuttkalke, die bis in den Dogger reichen; b) durch das Zurücktreten von roten Kalken.

Das Liegende bildet stets Oberrätkalk. Der Lias beginnt nach MATHUR (1967, S. 33-34) im Gebiet der Hochgern-Schuppe mit einer dunkelgrauen Kalkbank von 10cm Mächtigkeit, die von einer 20-30cm mächtigen, Hornsteinknollen führenden Bank überlagert wird. Darauf folgen dunkelgraue bis blaugraue Kieselkalke (Spongienkieselkalke), die zunächst undeutlich, zum Hangenden immer deutlicher gebankt sind und hier auch häufig dünne dunkle Mergellagen enthalten. Auch die Flecken nehmen an Größe und Häufigkeit gegen oben zu.

Am besten und mächtigsten sind diese Gesteine in der Hochgern-Schuppe, und zwar an den Lokalitäten Weitalpe (Nr. 43, 44), S-"Moos"-Kessel (Nr. 41) und am W-Grat des Hochgerns, aufgeschlossen. Sie wurden von MATHUR (1967) und TRISCHLER (1967) eingehend beschrieben.

Im Bereich der Haaralp-Kratzel-Schneid-Mulde sind die Aufschlußverhältnisse aufgrund der stärkeren tektonischen Beanspruchung wesentlich schlechter. Der beste Aufschluß bietet sich an der Lokalität SE-Haaralp-Kratzel-Schneid (Nr. 45). Hier sind etwa 15m mächtige, dunkelgraue gutgebankte, Hornsteinknollen und -bänder führende Kieselkalke, die tektonisch an die stratigraphisch höheren Echinodermen-Schuttkalke angrenzen, zu beobachten.

Die Kieselkalke lassen sich durch Ammonitenfunde (Schlotheimia) von NÖTH (1926) an der Haaralp-Kratzel-Schneid-Mulde und MATHUR (1967, S. 35) im Gebiet der westlichen Hochgern-Schuppe stratigra-

phisch der tiefsten Lias-Stufe (Hettangium) zuordnen.

Im westlichen Teil der Hochgern-Schuppe gehen sie m.o.w. kontinuierlich durch Abnahme des kieseligen Anteils und Zunahme der Größe der Flecken in hell- bis mittelgraue, schwach gefleckte Kalke über (Forststraße Bergwachthütte-Hochgernhaus, Nr. 43). Im östlichen Teil der Hochgern-Schuppe (W-Grat des Hochgerns) setzt sich das Auftreten der Hornsteinknollen - wenn auch geringer - zum Hangenden weiter fort. Der Übergang der Kieselkalke in die Fleckenkalke im Bereich der Haaralp-Kratzel-Schneid-Mulde erinnert stark an den im westlichen Teil der Hochgern-Schuppe. Die Fleckenkalke sind hier ebenso wie die liegenden Kieselkalke gering mächtig (etwa bis 10m) erhalten.

Aus den obersten Lagen der grauen Kalke erwähnt TRISCHLER (1967, S. 58) Ammoniten der Gattungen *Vermiceras*, *Echioceras* und ?*Leptechioceras*, die eine Einstufung ins (untere und) obere Sinemurium ermöglichen.

Darüber folgen Echinodermen-Schuttkalke, deren Farbe von bräunlichgrau über hellweißlich bis gelblich in rot übergeht. Während die untersten braungrauen Lagen durch Belemnitenfunde (MATHUR 1967, S. 37) ins Pliensbachium eingestuft werden konnten, lieferte der Übergangsbereich zwischen den gelblichen und roten Echinodermen-Schuttkalken - eine rostbraune Bank - Ammoniten des unteren Toarciums, u. a. *Hildoceras bifrons* (BRUGIERE), (MATHUR 1967, S. 34).

Äquivalente der rostbraunen Bank wurden auch an der Lokalität SW-Kratzel-Schneid beobachtet. Über einen Bereich von etwa 0,5m treten in den obersten Lagen der gelblichen Echinodermen-Schuttkalke wiederholt geringmächtige (cm-Bereich), mm-fein geschichtete violettrote Feinschutt-Kalke auf. Möglicherweise deutet sich darin bereits die feinrhythmische Schichtung des -etwa altersgleichen - "Posidonien-schiefers" im südlich anschließenden Synklinorium an. Die Mächtigkeit der liassischen Anteile der Echinodermen-Schuttkalke beträgt etwa 35-40m im Westen (Hochgern-Schuppe) und etwa 20-25m im Osten (Haaralp-Kratzel-Schneid-Mulde), (s. Profiltafel 7).

4.23 Sedimentationsgebiet VI

Das Sedimentationsgebiet VI umfaßt die Bereiche der Eingefallenen-Wand-Mulde im Norden und der Linner-Mais-Mulde im Süden. Seine nur teilweise erhaltenen Sedimente zeigen - je nach stratigraphischem Niveau - Anklänge sowohl nach Norden (Kieselkalke) als auch nach Süden (rote Kalke).

An der Eingefallenen-Wand liegen über dem - hier stark mit Thecosmilien durchsetzten - Oberrätskalk massige, zuunterst weißliche, zum Hangenden immer häufiger blaßrötliche Partien enthaltende Kalke (Lokalität I). Im höheren Teil weist das Gestein zunächst eine undeutliche grobe Bankung (im m-Bereich) auf, enthält stärker angereicherten Echinodermenschutt und zeigt zunehmend rote Färbung (Lokalität II). Die obersten Lagen sind in der Linner-Mais-Mulde (Lokalität Linner-Mais-Alpe, Nr. 48) am besten aufgeschlossen. Sie weisen eine deutlichere grobe Bankung auf und sind durch auffallend bunte Farben (braunrot - grüngrau bis violettrot) sowie stellenweise Breccienlagen mit bunten Komponenten und solchen mit dolomitischen Anteilen (BLACH 1974, S. 26) gekennzeichnet.

Darüber folgen etwa 10-12m mächtige hell- bis mittelgraue Fleckenkalke, die zum Hangenden immer häufiger dunkle Hornsteine führen und kontinuierlich in etwa 70 bis 80m mächtige, an Hornsteinknollen und -bändern reiche Kalke mit dunklen Mergeln übergehen. Aus den mittleren Lagen des Fleckenkalkes, wo die ersten vereinzelt Hornsteinknollen auftreten, erwähnt BLACH (1974, S. 27) ein *Acanthopleuroceras* sp., das für das untere Pliensbachium leitend ist.

4.24 Sedimentationsgebiet VII (Synklinorium)

Das Sedimentationsgebiet VII wird vor allem durch die weite Verbreitung roter gebankter Knollenkalke (Adneter-Fazies), die durch

stärkere Echinodermenschutt-Anreicherung stellenweise in Echinodermen-Schuttkalke übergehen, gekennzeichnet. Sie setzen im gesamten Sedimentationsgebiet die Schichten des untersten Lias, im nördlichen und südlichen Sedimentationsraum, darüber den Lias ganz oder zum größten Teil zusammen. Hervorzuheben ist auch die in EW-Richtung nur wenig abändernde und über weite Strecken zu verfolgende Faziesentwicklung.

4.241 Sedimentationsraum VIII1

Der Sedimentationsraum VIII1 am Nordrand des Synklinoriums, der - ähnlich dem Sedimentationsraum VII3 - eine geringere Sedimentationsrate (8- max. 20m) aufweist, umfaßt die Bereiche Rechenberg-Mulde im Norden und den mittleren und östlichen Teil des Nordflügels der Burgau-Mulde im Süden, sowie als östliche Fortsetzungen die stärker gefalteten und lückenhaft erhaltenen Züge im Gebiet der Lokalitäten N-Röthelmoos, N-Sulzenmoos-Graben, NW-Sulzgraben-Kopf, "am Brandl" und Untern-Berg,

Die Basisgesteine des Lias konnten in drei Faziesentwicklungen über dem Oberrätkalk, der stets das Liegende bildet, festgestellt werden:

- a) an der Lokalität N-Röthelmoos (Nr. 53) gehen aus den dichten, massigen bis dickbankigen, hellen Oberrätkalken m.o.w. kontinuierlich rote, teilweise violettrote, dünner gebankte (im Mittel 25cm) feinspätige Kalke - oft mit grünlichen Höfen - hervor. Sie führen zum Hangenden immer häufiger Echinodermenschutt, der im Gebiet charakteristisch für den Unterlias ist. Der Grenzbereich besteht aus grobgebankten (im Mittel 40-50cm) Kalken, die zum Hangenden generell immer intensiver rot werden, im einzelnen jedoch auch in der Horizontalen erhebliche Farbschwankungen zeigen.
- b) etwas weiter im Osten, an der Lokalität N-Sulzenmoos-Graben (Nr. 56), treten im Übergangsbereich von grobgebankten, hellen,

bunten und roten Kalken zu tiefroten Echinodermen-Schuttkalken, Breccienlagen in einer Mächtigkeit bis zu 50cm auf. Sie enthalten helle Oberrätkomponenten, die in rötlichem Kalklutit schwimmen und auf synsedimentäre Bildung hinweisen. Solche Breccienlagen wurden aus diesem Gebiet auch schon früher erwähnt (PÖSCHL, 1962, HELLERER, 1964).

c) etwas südwestlich davon, an der Lokalität Sulzenmoos-Graben (Nr. 59) treten über braunroten bis roten, pseudoooidischen, grobgebankten (im Mittel 40cm) Kalken nach einem Hiatus dünner gebankte (im Mittel 25cm) Kalke in Knollenkalk-Ausbildung, mit Echinodermenschutt und einer reichen Foraminiferenfauna, auf. Sie liefern zahlreiche Ammoniten (Schistophylloceraten, Parapsiloceraten und Alsatiten), die für die unterste Liasstufe (Hettangium) charakteristisch sind. Diese mit einem Hiatus verbundene Fazies-Entwicklung an der Wende Trias/Jura ist die häufigste im ganzen Sedimentationsgebiet. Etwa 20 bis 25cm über der tiefliassischen Ammonitenlage des Profils Sulzenmoos-Graben-II (Nr. 54) wurden nicht näher bestimmbare Arietitidae gefunden. Hier treten auch die ersten Eisen- und Mangan-Knollen auf, die in großer Häufigkeit bis zu 1,20m ins Hangende reichen. Solche Vorkommen sind bisher nur aus dem oberen Lias bekannt (vergl. NÖTH 1926, S. 4449, PÖSCHL, 1962, HELLERER 1964, S. 26).

Über den Basisgesteinen herrschen im ganzen Sedimentationsraum VIII im unteren Lias bis einschließlich unteren Pliensbachium rote Gesteine vor, die stellenweise - vor allem in den östlichen Gebieten - bis in den Dogger hinaufreichen. Eine stärkere Faziesdifferenzierung ist nur im unteren Lias zu bemerken. In der nördlichen Teilmulde N des Sulzenmoos-Baches gehen nämlich die Knollenkalke durch starke Echinodermenschutt-Anreicherung in Echinodermen-Schuttkalke über. Auch HELLERER (1964) differenzierte in diesem Bereich zwei Fazies-Areale: Knollenkalk (NW-Röthelmoos) und Spatkalk (NE-Röthelmoos bis N-Sulzenmoos-Bach). Allerdings greifen die

Knollenkalke (Adneter-Fazies) des westlichen Gebietes auch in den südlichen Teil seines Spatkalk-Areals über (vergl. Lokaltäten N-Sulzenmoos-Graben-I und -II).

Die Echinodermen-Schuttkalke (Spatkalke i. S. HELLERER, 1964) sind an der Lokalität Sulzenmoos-Graben-I (56) etwa 4-5m aufgeschlossen und lieferten nur schlecht erhaltene Belemnitenrostren, meist der Gattung Nannobelus (unt. Lias). Weitere Vorkommen ähnlicher Ausbildung gibt es etwa gleich mächtig, aber schlechter aufgeschlossen an den Lokalitäten N-Sulzgraben-Kopf (57) und NE-Rechenberg-Mulde (50).

Im übrigen Gebiet herrschen Knollenkalke vor, die zuunterst auch lagenweise Echinodermenschutt führen. Sie sind an vielen Stellen gut aufgeschlossen. An der Lokalität NW-Rechenberg-Mulde (49) führen die etwa 9m mächtigen, gebankten (im Mittel 15-20cm) Gesteine in den obersten Lagen eine reiche Ammonitenfauna mit Oxy-noticeraten, Epideroceras cf. steinmanni (HUG) und Calliphyloceras cf. emeryi (BETTONI), die eine Einstufung bis ins untere Pliensbachium ermöglicht. Hier treten häufig Eisen- und Mangankrusten auf - vor allem an der Unterseite der Ammoniten, die oft völlig korrodiert ist -, daneben auch konzentrischschalige Konkretionen.

Im höheren Mittellias des Profils NW-Rechenberg-Mulde (49) folgen etwa 3,5m mächtige, bunte, zum Hangenden der Reihe nach dominierend: gelbgrüne, grüne, violettrote, rote und grüngraue Echinodermen-Schuttkalke, die nach oben häufiger - meist rötliche - Hornsteine führen. Ähnliche Gesteine sind auch weiter im Süden am Nordflügel der Burgau-Mulde (Lokalitäten SW- und SE-Rechenberg-Mulde, Nr. 52 und 51) aufgeschlossen. Am ersten, besser erschlossen, liegen Vorkommen über 3 bis 4m mächtigen Adneterkalken - deren oberste Lagen Partschiceras cf. partschi (STUR) lieferten -, etwa 2m mächtige, spätige, grünliche und rote Hornsteinkalke, die in etwa 60cm mächtige, rote Echinodermen-Schuttkalke übergehen.

Da die Knollenkalke des Hangenden Ammoniten des Unter-Toarciums führen (s. unten), lassen sich die bunten Schichten in den Bereich zwischen dem oberen Unterpliensbachium und dem unteren Toarcium einordnen.

Lithologisch ähnliche Gesteine aus demselben stratigraphischen Niveau sind auch aus westlicheren Gebieten (MÜLLER, 1965) bekannt.

Die bunten Schichten des Rechenberg-Gebietes werden in der östlichen Fortsetzung des Sedimentationsraumes stets durch hellrote bis rote, teils mergelige Knollenkalke mit variierendem Echinodermenschutt-Gehalt vertreten. An der Lokalität N-Sulzgraben-Kopf (57) liegen über den stark mit Echinodermenschutt angereicherten Gesteinen des unteren Lias hellrote, dünngebankte Knollenkalke mit Eisen- und Mangankonkretionen.

Die mittleren Schichten der mehr als 5m mächtigen Serie lieferten *Audaxlytoceras apertum* (GEYER), das aus dem mittleren Lias bekannt ist. An der Lokalität Sulzenmoos-Graben-II (54) treten über den häufig Manganknollen führenden unterliassischen Schichten - der Kontakt ist jedoch nicht aufgeschlossen - hellrote gröber gebankte (im Mittel 30cm), teilweise flaserige und etwa 5m mächtige Kalke auf. Im unteren Drittel konnte ein *Lytoceras ovimontanum* GEYER (ob. Pliensbachium, Margaritatus-Zone) gefunden werden, während die Gesteine des oberen Drittels bereits *Pseudomercaticeras rotaries* MERLA zusammen mit *Pseudolioceras* sp. (beide oberes Toarcium) lieferten (s. unten).

Im oberen Lias des Profils SW-Rechenberg-Mulde (52) folgen über den bunten Echinodermen-Schuttkalken intensiv rote, mergelige, dünnbankige (im Mittel 6-8cm) Knollenkalke, die Ammoniten des unteren Toarciums (*Hildoceratidae*) lieferten. Darüber liegen ebenfalls bunte (rotviolette, grünliche, zum Hangenden zunehmend feinspätiger und heller werdende) Kalke, deren obere Lagen zunehmend kieseliger werden. Aufgrund ihrer Lagerung im Profil dürften sie

ein oberliassisches- bis Unterdogger-Alter besitzen. An der Lokalität Sulzenmoos-Graben-II (54) reichen die mittelliassischen, hellroten Kalke (s. oben) ohne deutlich erkennbare Faziesdifferenzierung mindestens bis zum oberen Toarcium. Dies konnte durch die oben erwähnten Ammoniten belegt werden. Darüber - der Kontakt ist jedoch nicht aufgeschlossen - folgen helle, fein- bis mittelspätige, zum Hangenden zunehmend kieseliger werdende Kalke, denen der Lagerung nach ein Dogger-Alter zukommt. Ähnliche Gesteine bilden auch die hangenden Schichten der etwa 12m mächtigen Adneterkalke der Lokalität Untern-Berg (59). Auch an der Lokalität N -Sulzgraben-Kopf (57) setzt sich die Knollenkalk-Fazies weiter fort. In den obersten Knollenkalken konnten zwei Ammoniten der Gattung Kepplerites gefunden werden, die aus dem unteren Callovium bekannt sind. Damit reichen die Knollenkalke hier sogar noch bis in den oberen Dogger hinauf und ersetzen die spätige Fazies der Lokalität Sulzenmoos-Graben-II. (s. Profiltafel 8).

4.242 Sedimentationsraum VII2

Der Sedimentationsraum VII2, der etwa den mittleren Teil des Synklinoriums einnimmt, ist vor allem durch eine sehr mächtige Sedimentationsrate, einen hohen Anteil an mergeligen Gesteinen und eine auffallend geringe Faziesdifferenzierung in der Horizontalen gekennzeichnet. Er umfaßt von W nach E die Bereiche des Nordflügels der Oberwössener-Mulde, des Südflügels der nördlich anschließenden Burgau-Mulde, sowie der stärker eingefalteten und lückenhaft erhaltenen Vorkommen an den Lokalitäten SW- und SE-Röthelmoos, Sulzgraben-Kopf, N-Simandl-Mais-A. und vord. Zettel-Graben im Osten.

Das Liegende bilden stets grobgebankte (im Mittel 60-80cm) helle pseudoidische Oberrätkalke, die zum Hangenden im allgemeinen in dünnbankige (5-30cm), gelblich-bräunliche bis bräunlich-rötliche, feinspätige Echinodermenschutt führende Kalke mit einer Mächtigkeit

(W-E) von 2,5m im Westen (Zollamt-Mauth, Nr. 72), über 3,5m im mittleren Teil (S-Kruchenhausen, Nr. 62) bis 4m im Osten (N-Sulzgraben-Kopf, Nr. 57) übergehen. Darüber folgen im allgemeinen gut gebankte (im Mittel 20cm), blaßrote, zum Hangenden intensiv rote, pseudoooidfreie Kalke mit stärkerer fein- bis mittel-spätiger Echinodermenschutt-Anreicherung, die eine Mächtigkeit von 2,5m (S-Kruchenhausen, Nr. 62) und 1,8m (Sulzgraben-Kopf, Nr. 69) aufweisen. Am westlichen Ende des Gebietes - an der Lokalität Zollamt-Mauth (Nr. 72) - sind zwischen den bräunlichen pseudoooidischen und roten pseudoooidfreien Schichten sehr hellgraue, grobgebankte (im Mittel 30cm) Kalke, die ebenfalls keine Pseudooide führen, eingeschaltet. Mit dem plötzlichen Aufhören der Pseudooide, das für einen Hiatus spricht, wurde, wie auch an der mit Ammoniten belegten Lokalität Sulzenmoos-Graben-II des Sedimentationsraumes VIII, die Trias-Jura-Grenze gezogen. Eine ähnliche Abgrenzung beider Formationen wurde auch in den westlichen Gebieten vorgenommen (MÜLLER, 1965).

Aus den an Echinodermenschutt reichen Kalken entwickeln sich tiefrote Knollenflaserkalke, die zuunterst stellenweise scharf abgesetzte hellgraue Partien aufweisen. Von hier ab setzen auch - zum Hangenden immer häufiger - dünne Tonmergel- und Mergellagen zwischen den Knollenkalkbänken ein. Sie lieferten im ganzen Sedimentationsraum die tiefste liassische Ammonitenfauna mit - allerdings schlecht erhaltenen - Stücken von ?*Psiloceras* (*Curviceras*) sp., cf. *Saxoceras costatum* LANGE (beide Hettangium) sowie mehreren *Arnioceras* (unt. *Sinemurium*, *Semicostatum*-Zone), die auch früher (FRANZ, 1959, S. 22) bereits erwähnt worden sind. Nachdem auch die hangenden Fleckenkalke eine Ammonitenfauna (*Arnioceras*) des unteren *Sinemuriums* lieferten, ist die Obergrenze in die *Semicostatum*-Zone einzuordnen (vergl. auch FRANZ, 1959, S. 20) mit etwa 15m, während sie im Osten (Sulzgraben-Kopf, Nr. 59) mit 2,8m die geringsten Werte aufweisen. Sie nehmen den unteren Lias im gesamten Sedimen-

tationsraum ein, sind allerdings nicht überall erschlossen ¹⁾.

Die darüber folgenden Fleckenkalke und -mergel entwickeln sich kontinuierlich aus den Knollenkalken. Auch die Flaserung und etwas Echinodermenschutt setzt sich zuweilen noch etwas fort, während die Färbung schlagartig in Grau übergeht. Die Fleckenkalke sind am besten an den Lokalitäten Streichen und Zollamt-Mauth im Westen sowie Sulzgraben-Kopf im Osten aufgeschlossen. Sie weisen gegenüber ähnlichen Gesteinen der Allgäu-Einheit einen wesentlich geringeren Tongehalt auf. Eine entsprechende, wenn auch nicht so starke, Abnahme ist gegen Osten zu verzeichnen. Z.B. sind an der Lokalität Sulzgraben-Kopf (69) graue Echinodermen-Schuttkalk-Bänke, die zum Hangenden immer häufiger auftreten und kieselig werden, den Fleckenkalken zwischengeschaltet. Die obersten - hier nur noch schwach gefleckten und dünner gebankten - Kalke lieferten eine Cephalopodenfauna überwiegend aus *Lytoceraten* (*L. cf. fimbriatum* (SOWERBY) und *L. cf. haasi* GECZY), sowie Ammoniten-Bruchstücken (*Coeloceras* sp.), die eine Einstufung bis ins untere Pliensbachium zuläßt. Auch die westlichen Vorkommen der Oberwössener-Mulde lieferten neben einer reichen Ammonitenfauna des *Sinemuriums* Ammoniten des unteren Pliensbachiums (*Uptonia venustula* (DUMORTIER), bekannt aus der Jamesoni-Zone), nachdem bereits FRANZ (1959) mittelliassische *Lytoceraten* erwähnt hatte. Die Mächtigkeit von mindestens 60m im Westen (Oberwössener-Mulde, vergl. auch FRANZ, 1959) nimmt nach Osten (Sulzgraben-Kopf) auf 11 bis 12m ab.

Der Übergang aus den Fleckenkalken in die nun folgenden kieseligen

1) Im mittleren und östlichen Teil des Sedimentationsraumes, wo die Knollenkalken sowie ihre hangenden Fleckenkalke nach den Kartierungen oder Beschreibungen stellenweise fehlen sollen (HELLE-RER, 1964, DOBEN, 1970), konnten sie - wenn auch schlecht erschlossen - entweder nachgewiesen oder als tektonisch ausgequetscht belegt werden.

Echinodermen-Schuttkalke ist am besten an der Lokalität N-Sulzgraben-Kopf (57) aufgeschlossen. Hier ändert sich das Verhältnis Fleckenkalk zu kieseligen Echinodermen-Schuttkalk zum Hangenden m. o. w. kontinuierlich zu Gunsten des Letzteren. Darüber folgt eine mächtige Gesteinsserie aus spiculitischen Echinodermen-Schuttkalken und Spiculiten, die die Hauptmasse der Lias-Gesteine im ganzen Sedimentationsraum ausmachen. Auch die Farbänderung zum Hangenden zeigt eine gewisse Kontinuität: bei den liegenden Echinodermen-Schuttkalken dominieren graue und grüngraue, bei den hangenden Spiculiten im allgemeinen hellere Farben. In den obersten Lagen herrschen wieder dunklere, vor allem graue Echinodermen-Schuttkalke vor, die durch eine Abnahme der Hornsteine und eine Zunahme der Mergellagen gekennzeichnet sind. FRANZ (1959, S. 25) erwähnt aus diesem stratigraphischen Bereich in der Oberwössener-Mulde Bryozoenstöckchen. Die stratigraphische Einstufung stützt sich - außer auf mittelliassische Belemniten (*Pachyteuthis* sp. und *Pasaloteuthis* sp. in FRANZ 1959, S. 24-25) - vor allem auf Ammonitenfunde in den obersten Fleckenkalkbänken (Jamesoni-Zone) des Liegenden und im Bitumenmergel (Unt. Toarcium) im Hangenden: Oberes Pliensbachium.

Die darüber folgenden dunklen sandführenden Mergel und schiefrigen Bitumenmergel ("Posidonienschiefer") sind nur stellenweise erhalten geblieben. Das am besten aufgeschlossene Vorkommen liegt im westlichen Gebiet an der Lokalität Langwiese (63) und wurde von FRANZ (1959, S. 26-27) detailliert aufgenommen. Kleinere Vorkommen sind - bis 0,5m mächtig erhalten - auch von östlichen Lokalitäten bekannt (vergl. DOBEN 1959, PÖSCHL 1962, GANNS 1967), während an der Lokalität Langwiese im Westen Mächtigkeitswerte bis zu 2m erreicht werden. Gesteine solcher Ausbildung wurden auch aus den westlicheren Gebieten bekannt und vielfach mit *Dactylioceras* (unt. Toarcium) belegt (vergl. HOLLAUS 1965).

An der Lokalität Langwiese (63) fanden sich erst in den hangenden etwa 4m mächtigen blaugrauen Kalken, die mit dunkleren Mergeln wechsellagern und zum Hangenden in intensiv gelfleckte Kalke übergehen, Ammoniten -*Lytoceras* cf. *francisci* (OPPEL), Harporceraten (FRANZ 1959, S.27) -, die eine Zuordnung der Gesteine zum oberen Lias gestatten. Auch aus den Fleckenkalken der westlicheren Gebiete sind oberliassische Ammoniten (*Zugodactylites* cf. *braunianus* (D'ORBIGNY): Bifrons-Zone; *Phymatoceras*-Bruchstücke: oberes Toarcium) beschrieben worden (MÜLLER 1965, S.44). Etwa 1m über der Basis der Fleckenkalke treten die ersten Hornsteine auf. Sie werden zum Hangenden immer häufiger und gehen in Bänder über. Das Einsetzen der Hornsteine dürfte etwa die Wende Lias/Dogger markieren (s. Profiltafel 9).

4.243 Sedimentationsraum VII3

Der Sedimentationsraum VII3 am Südrand des Synklinoriums weist eine ähnliche, gewissermaßen spiegelbildliche Faziesentwicklung wie der Sedimentationsraum VII1 am Nordrand auf. Er umfaßt die Bereiche: Südlügel der Oberwössener-Mulde mit ihren östlichen Fortsetzungen im Norden, Lackenberg-Mulde in der Mitte und Schwarzb-berg-Schuppe im Süden.

Der Übergang aus den Oberrätkalken erfolgt entweder mit Hiatus (nördlicher Bereich, Südlügel der Oberwössener-Mulde) oder mit Basalbreccien, die jedoch nur stellenweise aufgeschlossen sind (mittlerer Bereich, Lackenberg-Mulde). Der südliche Bereich zeigt eine so starke tektonische Beanspruchung, daß eine genaue Faziesgliederung und -abgrenzung sowohl zum Liegenden als auch zum Hangenden nicht mehr möglich ist.

Ähnlich wie im Sedimentationsraum VII1 werden die Schichten des unteren bis tiefen mittleren Lias (Sinemurium bis unt. Pliensbachium) im ganzen Gebiet aus roten Gesteinen in Adneter-Fazies,

die im mittleren und südlichen Bereich möglicherweise sogar den ganzen Lias ausmachen, gebildet.

Im nördlichen Bereich (Südflügel der Oberwössener-Mulde) geht der meist gebankte rote Kalk (Adneter-Fazies) in der Horizontalen stellenweise sehr rasch in grobgebankten bis massigen Echinodermen-Schuttkalk über, z. B. SE-Oberwössen (66). Hier werden die etwa 4-5m mächtigen, nicht gebankten Kalke durch zwei 40-60cm mächtige Mergellagen untergliedert. Gegen Westen (an der Rauhen Nadel) überwiegt die gebankte Fazies. Hier sind die Echinodermen-Schuttkalke zuunterst (etwa 4m) fleischrot und gehen m.o.w. kontinuierlich in die hangenden tiefroten Flaserkalke (etwa 5m), die öfters durch Mergelzwischenlagen gekennzeichnet sind, über.

Bereits FRANZ (1959, S. 30) erwähnt von hier eine reiche Ammonitenfauna, die bis ins unt. Pliensbachium hinauf reicht. Die Mächtigkeit der roten Gesteine beträgt im Westen, wo sie vollständiger erhalten sind, normalerweise 30-40m. Maximalwerte im Gebiet Rauhe Nadel, die nach FRANZ (1959) bis zu 100m betragen, können unter Umständen auch durch tektonische Vervielfachung entstanden sein. Minimale Werte (5m) sind im Bereich SW-Schleich-Gschwend anzutreffen. Hier dürfte die starke Mächtigkeitsreduktion primär sein, wofür eine Ammonitenfauna von unterem Lias bis zum unt. Pliensbachium, in einer 1m mächtigen Gesteinsserie kondensiert, spricht (FRANZ 1959, S. 28).

Der höhere Lias des nördlichen Bereichs wird von gutgebankten (im Mittel 8-10cm) braunroten Kalken mit Hornsteinknollen, die sehr rasch in Hornsteinbänder übergehen und als solche stellenweise den größten Teil des Gesteins zusammensetzen, aufgebaut. Sie sind an den Lokalitäten SW-Oberwössen (65) und Streichen (61) (hier mit einer Mächtigkeit von etwa 8-10m) aufgeschlossen und gehen kontinuierlich aus dem Liegenden hervor (SW-Oberwössen, 65).

Das Hangende besteht aus grauen Kieselkalken, die mehr als 20m erhalten sind. Sie sind faziell mit denen des nördlichen Sedimentationsraumes VIII vergleichbar, die indirekt in den Dogger eingestuft werden können. Dort allerdings sind zwischen den roten und grauen Hornsteinkalken rote Flaserkalke und grünliche Echinodermenschuttkalke eingeschaltet. Ob im südlichen Sedimentationsraum VII3 eine ähnliche Faziesentwicklung während des höheren Lias geherrscht hat, ist aufgrund der schlechten Aufschlußverhältnisse unsicher. Starke Faziesparallelen sprechen jedoch dafür.

Im südlichen Bereich des Sedimentationsraumes ist möglicherweise der ganze Lias in roter Adneter-Fazies, vorwiegend gebankt und nur untergeordnet (stellenweise im Südflügel der Lackenberg-Mulde) grobgebankt bis massig, ausgebildet. Die Gesteine sind hier tektonisch sehr stark beansprucht (im Süden öfters Verschuppungen), und eine Mächtigkeitsangabe ist nur mit Vorbehalt möglich. FRANZ (1959) gibt für den Nordflügel der Lackenberg-Mulde mindestens 15m, für den Südflügel etwa 30m und für die Schwarzberg-Schuppe etwa 12m an. Im östlichen Sedimentationsraum sind meist 2-5m erhalten geblieben.

Das Liegende besteht aus Oberrätkalk, wie örtlich (z.B. S-Röthelmoos, 75) noch erhaltene Reste desselben in unmittelbarem Kontakt zeigen. Häufig grenzt jedoch Hauptdolomit bzw. Plattenkalk - Lokalität Bundesstraße 305 (76) - tektonisch an. Das Hangende ist nirgends erhalten. FRANZ (1959, S. 32) erwähnt aus den Kalken der Schwarzberg-Schuppe ein Arieten-Bruchstück, womit Unterlias (Sinemurium) belegt ist. Vergleiche mit dem Nordrand des Synklinoriums bei Annahme einer symmetrischen Faziesanordnung lassen die Möglichkeit offen, daß auch hier ursprünglich der gesamte Lias in Adneter-Fazies vorlag.

5. PALÖKOLOGIE

Einleitung

Im folgenden wird versucht, die ökologischen Ansprüche der in den Gesteinen des Arbeitsgebiets gefundenen fossilen Gruppen zu rekonstruieren, um - zusammen mit der Auswertung lithofazieller Merkmale - zu Vorstellungen über das Ablagerungsmilieu der verschiedenen Fazies zu gelangen. Von besonderer Bedeutung sind dabei - soweit möglich - Vergleiche auf aktualistischer Grundlage, für die allerdings einige Einschränkungen gelten. Die Behandlung der Gruppen wird getrennt nach großen systematischen Einheiten vorgenommen.

5.1 Foraminifera

Die Foraminiferen bilden durch ihre weite Verbreitung und unterschiedlichen Ansprüche eine der wichtigsten Faunengruppen bei palökologischen Untersuchungen. Besonders bestimmte Gattungen und Familien lassen durch ihre Beziehungen zur Lithofazies Rückschlüsse auf das Ablagerungsmilieu und die damit zusammenhängenden Faktoren zu.

Zur Übersicht wurde unter Berücksichtigung aller im Arbeitsgebiet gefundenen und in der Literatur erwähnten Foraminiferen-Gattungen eine Tabelle derselben in Beziehung zur Lithofazies angefertigt (s. Abb. 1), die die spezifische fazielle Verteilung der Fauna, ihre Entwicklung und die Beziehungen der Gruppen zueinander ersichtlich macht. Besonders interessant sind die Gattungen, die in engen Faziesbereichen auftreten, wobei ihre palökologische Bedeutung mit zunehmendem Anteil an der Gesamtf fauna vergrößert wird.

Die an Gattungen, aber auch Individuenzahl reichste Gruppe ist die der Nodosariacea mit den häufigeren Genera Nodosaria, Dentalina, Frondicularia und Lenticulina. Sie sind allerdings palökologisch

weniger aussagekräftig, da sie in mehreren Fazies zugleich auftreten. Als wertvoller sind *Palmula*, *Planularia* und *Eoguttulina* zu nennen, die nur im tonig-mergeligen Bereich - letztere sogar zusammen mit *Thurammina* und *Citharina* nur im "Posidonien-Schiefer" - auftreten.

Die zweithäufigste Gruppe ist die der *Cassidulinacea* mit den verbreiteten Gattungen *Involutina* und *Trocholina*. Während *Involutina* vorwiegend stratigraphische Aussagen erlaubt, erweits sich *Trocholina* als palökologisch wichtigste Gattung: sie wurde nämlich nur in der Schwellen- und Hierlatz-Fazies angetroffen und ist nach WICHER (1952) als Riff-Anzeiger aufzufassen. Hinzu kommt, daß sie sehr zahlreich auftritt. Ziemlich häufig ist auch die Gruppe der *Ammodiscacea*, meist durch die Gattung *Ammodiscus* vertreten. Palökologisch wichtiger sind die weniger häufigen Gattungen *Glomospira* und *Glomospirella*, die sich zusammen mit *Trocholina* als die zuverlässigsten Anzeiger des Seichtwasserbereichs erweisen.

Wesentlich seltener tritt die Gruppe der *Miliolacea* auf. Sie ist durch die Familie der *Miliolidae* vertreten, die im Arbeitsgebiet nur in Gesteinen mit *Pseudoooiden* und (oder) anderen Partikeln gefunden worden und bewegte Flachsee anzeigen (FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970, S.415).

5,2 Porifera

Die *Porifera*, deren weitaus überwiegender Teil rein marin ist, werden im Gebiet nur durch ihre Skelettelemente ("Skleren") vertreten. Sie bilden durch ihr massenhaftes Auftreten, das im alpinen Raum vorwiegend an den Unteren bis Mittleren Jura gebunden ist, ganze Gesteinsserien, die gegenüber dem germanischen Raum für die *Tethys* charakteristisch sind. Nach REID (1967, S.171) bilden auch die "borealen" Schwämme der Oberkreide von der *Tethys* ab-

geleitete Faunenelemente. Die Skleren sind stets als Monaxone und Triaxone identifizierbar und lassen auf die entsprechenden Ordnungen Monactinellida bzw. Hexactinellida (i. Sinne v. ZITTEL) schließen, wobei die ersteren stets überwiegen.

Nach POKORNY (1958, S. 17-18) leben manche Monactinellida unter den Kieseelschwämmen in der Litoralzone; ihre Hauptenfaltung haben sie jedoch im Flachseebereich bis in Tiefen von einigen hundert Metern. Die maximale Häufigkeit der Hexactinellida liegt im Vergleich zu den anderen Spongiengruppen in etwas größerer Meerestiefe. Nach FÜCHTBAUER & MÜLLER (1970, S. 311) "verlagerten sie ihr bevorzugtes Wohngebiet seit der Oberkreide in zunehmend tieferes Wasser; heute liegt es zwischen 200 und 500m Tiefe".

Gewisse Parallelen hierzu lassen auch die im Gebiet vorkommenden Schwammnadeln erkennen. Während die größte Verbreitung der monaxonen Skleren allgemein in Gesteinen mit wenig terrigenem Anteil (z. B. Spiculite, spiculitische Kalke) ist, zeigen die Hexactinellida eine Zunahme in den grauen, tonigeren Gesteinen (z. B. Fleckenkalk), die in größeren Wassertiefen abgelagert wurden (s. 6, 11). Dazu paßt auch die Aussage von FÜCHTBAUER & MÜLLER (1970, S. 131), daß die Hexactinellida im Gegensatz zu den übrigen Schwämmen sich stets auf schlammigen Boden finden, während die Monactinellida im Gebiet häufig gemeinsam mit den Crinoiden auftreten, die etwas festere Boden bevorzugten.

5.3 Cnidaria

Die Cnidaria sind in den liassischen Gesteinen des Gebietes lediglich durch spärliche Funde von Einzelkorallen belegt, und zwar nur in den tiefliassischen Lamellibranchiaten-Kalken. Das völlige Fehlen der noch im Liegenden weit verbreiteten Stockkorallen läßt wichtige Rückschlüsse auf die Ablagerungsverhältnisse zu. Heutige Riffkorallen leben in klaren, sauerstoffreichen Meeresgebieten mit Wassertemperaturen von 25-29°

		F	A	Z	I	E	S
		Ton- mergel	Kalk- mergel	Kiesel(-ig)	Echinod- Schuttk.	Hierlatz	Adneter
Ammodiscacea	Thurammina	+					
	Ammodiscus	+	+	+	+	+	+
	Glomospira					+	
	Glomospirella				+	+	
Lituolacea	Textularia	+	+	+	+		+
	Trochammina				+	+	
	Verneuilina			+		+	+
Miliolacea	Cornuspirella		+			+	+
	Milliolidae					+	+
Nodosariacea	Nodosaria	+	+	+	+	+	+
	Citharina	+					
	Astacolus	+	+			+	+
	Dentalina	+	+			+	+
	Frondicularia		+	+		+	+
	Lenticulina	+	+	+	+	+	+
	Lagena		+	+		+	+
	Palmula	+					
	Planularia	+					
	Eoguttulina	+	+				
Spiril.	Spirilina						+
Golbig.	Globigerina					+	
Cassidulinacea	Involutina	+	+	+		+	+
	Aulotortus			+		+	
	Trocholina					+	
	Anomalina						+

und einer optimalen Tiefe von 0-20m (FÜCHTBAUER & MULLER 1970, S. 313). Ihr Fehlen in den Gesteinen des Arbeitsgebiets ist wahrscheinlich auf zu große Wassertrübe, vor allem aber zu große Ablagerungstiefe zurückzuführen. Klimatische Gründe, wie sie FABRICIUS (1970, S. 805) annimmt, dürften kaum eine wesentliche Rolle gespielt haben, denn in diesem Fall hätten Stockkorallen z. B. in höheren Anteilen der "Schwellenkalke" wieder erscheinen sollen.

5.4 Brachiopoda

Die Verbreitung der Brachiopoden im Gebiet ist neben weltweit bekannten Formen durch eine Reihe von Tethys-typischen Gattungen, wie z. B. Prionorhynchia, Cirpa und andere Sulcaten-Formen, die nach AGER (1967, S. 149) wahrscheinlich dem Genus Homoeorhynchia angehören, gekennzeichnet ¹⁾. Die erwähnten Fossilien gehören der Gruppe der Rhynchonellida an, welche zahlenmäßig mit der Gruppe der Terabratulida etwa im Verhältnis 1:1 auftritt, während die Gruppe der Spiriferida weit zurückbleibt.

Bezugnehmend auf die stark differenzierte Verbreitung der ausschließlich marinen sessilen Epibenthonten und in Anlehnung an die Erkenntnisse KAESTNER's (1963), DIENER's (1925), AGER's (1967) und ZIEGLER's (1972) über die Lebensweise und Ernährung der Tiere lassen sich palökologische Rückschlüsse ziehen. Die Brachiopoden

¹⁾ AGER (1967, S. 135) analysierte 46 verschiedene Brachiopoden-Aufsammlungen und machte den Versuch, ein biogeographisches Verbreitungsgebiet der Tethys zu konstruieren. Dabei unterschied er drei konzentrische Gürtel-Bereiche, wobei der äußerste durch das Dominieren von Tetrarhynchia, Gibbirhynchia, Lobotrysis, Zeilleria und gerippte Spiriferinen charakterisiert ist und etwa den Grestener Brachiopoden-Gemeinschaften entspricht. Der mittlere Bereich schließt Formen ein, die im allgemeinen als alpine- oder Tethys-Fazies angesehen werden. Hier herrscht die Gattung Prionorhynchia, lokal jedoch Cirpa und viele sulcate Terebratuliden sowie "axiniforme" Brachiopoden vor. Der innerste Gürtel - um die Adria - ist besonders durch das Vorkommen von kleinen "sulcaten" Rhynchonelliden charakterisiert.

liefern vor allem durch ihre bodenbezogene Lebensweise "unmittelbare" Informationen über ihr Substrat, das für ihre Entfaltung die größte Rolle spielt.

Nach ihrer Lebensweise vermieden die Brachiopoden stark bewegtes Wasser (DIENER, 1925), bevorzugten aber Gebiete mit geringeren Strömungen, die für die Ernährung der sessilen Tiere günstig waren. Solche Voraussetzungen erfüllen vor allem flachere und m.o.w. ruhige, aber nicht stagnierende Meeresgebiete.

Nach ihrer Befestigung durch Anheften des Stiels gelten weiche Schlammböden als ungeeignet. Darauf ist, neben bathymetrischen Faktoren, mit großer Wahrscheinlichkeit die große Seltenheit der Brachiopoden in den typischen Adneter-Kalken zurückzuführen, bei denen ein roter Schlammboden geherrscht hat. Dagegen ist die Brachiopoden-Verbreitung in den roten massigen Kalken auffallend, die an Individuenzahl alle anderen Fazies übertrifft. Am wichtigsten ist jedoch das Vorkommen von Brachiopoden, die auf einen engen begrenzten Lebensraum hinweisen. So werden z. B. die Lobothyriden, vor allem *L. edwardsii* (DAVIDSON), die nach AGER (1965, S. 144-148) auf Böden sehr flacher transgressiver Meere ("very shallow transgressive sea-floors") vorkommt, nur im roten massigen Kalk angetroffen. Der Einzelfund von Homoeorhynchia in den Fleckenkalken, die nach AGER in den "sublitoral sand-grade sea-floors" vorkommt, stellt das ausgeprägteste Flachwasserfossil der Fleckenkalke dar und könnte als Hinweis auf die Mindesttiefe ihres Ablagerungsraumes herangezogen werden, falls er nicht durch Verfrachtung zu erklären ist. Auf einen tieferen Meeresbereich - nach AGER "deeper and/or calmer sea-floors" - deuten die Gattungen Prionorhynchia in kieseligen und roten massigen Kalken, sowie Cirpa in kieseligen und Fleckenkalken.

Von Interesse ist auch die starke (nesterweise) Anreicherung der Tiere in bestimmten Fazies-Bereichen wie z. B. in den Partikelkalken (2.213) und den roten massigen Kalken (2.221), das Zurücktreten in den Flecken-

kalken und kieseligen Kalken sowie das nahezu völlige Fehlen in den Echinodermenschutt-freien oder -armen Adneterkalken sowie Spiculiten. Für die Entstehung der "Nester" ist neben günstigen Lebensbedingungen auch KAESTNER's (1963, S. 1116) Ansicht zu berücksichtigen, daß eine Anhäufung von Individuen der gleichen oder verschiedener Arten nebeneinander im Zusammenhang mit der kurzen Schwimmperiode ihrer Larven - während der sie ihr Substrat aussuchen müssen - steht. Hinzu kommt, daß die Anwesenheit von Artgenossen anlockend wirkt (ZIEGLER 1972, S. 174). Für die Entstehung der Brachiopoden-Fossilkalke (2.213) dürfte allerdings eine sekundäre Anreicherung durch Verfrachtung mitgewirkt haben. Dafür spricht auch das Zusammenvorkommen von kalklutitischen Intraklasten, deren Größe etwa der der Brachiopoden gleichkommt. Nach der Erhaltung der Komponenten jedoch dürften keine größeren Entfernungen zurückgelegt worden sein. Die Brachiopoden-Fauna besteht hier fast ausschließlich aus Spiriferiden, die sonst im Gebiet weit zurücktreten.

Von palökologischer Bedeutung ist auch die stenohaline Eigenschaft fast aller Brachiopoden, die nur sehr geringe Schwankungen der Salinität vertragen. Die überwiegende Mehrheit der Individuen dieser Gruppen findet im Schelf-Bereich ihre größte Verbreitung.

5.5. Lamellibranchiata

Die Lamellibranchiaten sind die palökologisch wichtigsten Mollusken, vor allem deshalb, weil sie - obgleich individuenarm - durch viele Gattungen, die oft auf besondere Biotope hinweisen, im Gebiet vertreten sind. Ihre Verteilung ist sehr unterschiedlich. So tritt der weitaus größere Teil der Lamellibranchiaten - sowohl nach Individuen als auch Gattungen - in den grauen Gesteinen auf, während sie in den roten weit zurücktreten, in den kieseligen und Kieselgesteinen sogar nahezu fehlen.

Von besonderem Interesse ist die Lebensweise, die im folgenden kurz skizziert wird. So läßt sich die Mehrzahl der im Gebiet aufgefundenen Formen SCHÄFER's (1962, S. 177 ff.) ökomorphologischen Typen zuordnen: Fixosessil, fakultativ-fixosessil, liberosessil, sediment-vagil. Sie werden ergänzt durch die Beobachtungen und Ergebnisse STANLEY's (1972) und KAUFFMAN's (in Treatise 1969), die eine noch weitergehende Gliederung erlauben.

I. Fixosessil: Formen, die mit einer Klappe an harten Gegenständen festgewachsen sind. Die Klappen sind verschieden gebaut, wobei sich die angewachsene den räumlichen Umständen (Unebenheiten) der Unterlage anpaßt ¹⁾. Hierher gehören aus dem Gebiet:

"Ostrea"

Gryphaea

II. Fakultativ Fixosessil: Nach SCHÄFER (1962, S. 178) gehören hierher die Byssusträger, die sich zeitweise aktiv an Gegenständen festheften (vergl. oben I, Fußnote 1). STANLEY (1972, S. 165) untergliedert die Byssusträger je nach Lage im Sediment in "epibyssate" (auf der Sedimentoberfläche lebend) und "endobyssate" (teilweise oder vollständig im "soft Sediment" eingegraben lebend). Eine Einteilung der Byssusträger ist mit Vorbehalt durchzuführen, vor allem deshalb, weil verschiedene Arten einer Gattung in ihrer Lebensweise voneinander abweichen können, wie z. B. bei der Gattung Cardium, in der es sowohl "epibyssate" als auch "endobyssate" Arten gibt. Beide Gruppen sind im Gebiet vertreten!

"epibyssate" Formen Arca

G. (Indogrammatodon)

¹⁾ Es gibt Formen, die in frühontogenetischen Stadien an der Wirbelspitze festgewachsen sind (KAUFFMAN in Treatise 1969, N 265) wie die Gattung Spondylopecten; solche, die ihre Lebensweise ändern, indem sie sich vom harten Untergrund trennen, sich während ihrer Lebenszeit mit ihrem Byssus an Gegenständen festheften oder aber sich auch als freie Schwimmer am Meeresboden erweisen (Pecten, Lima).

Modiolus
Chlamys
Eopecten
Lima
Stenostreon
Plagiostoma
Pinna

"endobyssate" Formen Inoceramus

III. Liberosessil: In diesen Haupttypus gehören Formen, die frei auf dem Meeresboden liegen. Er entspricht der "free living Epifauna"-Gruppe KAUFFMAN's (1969, N 141), wobei letzterer Schwimmer und Nichtschwimmer unterscheidet. Hierher gehören im Gebiet:

Schwimmer:	Pecten
Nichtschwimmer:	Astarte
	Camptonectes (Camptochlamys)

IV. Sediment-vagil: Nach SCHÄFER (1962, S. 178) haben die Tiere dieser Gruppe eine sedimentwühlende Lebensweise. Sie entsprechen der "infaunal Bivalvia" KAUFFMAN's (1969, S. 141). Im Gebiet gehören hierzu:

Nuculoma
Nucula
Goniomya
Pholadomya
Cuspidaria

Die Mehrzahl der im Gebiet angeführten Lamellibranchiaten gehört dem ökomorphologischen Typus "Fakultativ-Fixosessil", und zwar der "epibyssate"-Gruppe, an. Der Lebensort dieses Typus ist nach SCHÄFER (1962, S. 178) frei von stärkerer Sedimentation. Der weit- aus größere Teil der Lamellibranchiaten stammt auch in der Tat aus Gesteinsfazies, die durch geringe Sedimentation gekennzeichnet sind,

z.B. aus den tiefliassischen Partikelkalken (2,212). In diesem Zusammenhang sind auch die Beobachtungen von BARTHEL (1969) über die Biotope bestimmter Pelecypoden aus der Neuburger Folge von Bedeutung, da es Parallelen zu der im Gebiet gefundenen Fauna gibt. So kann z.B. seine Untergliederung der Weichboden-Bewohner in solche, die in biogenem (Pinna) und in abiogenem (Nuculoma) Sediment leben, bestätigt werden. Die Gattung Pinna wurde nur in den Lamellibranchiaten führenden Partikelkalken angetroffen, dagegen Nuculoma nur in den tiefliassischen Tonmergeln. Auch die in Calci-rudit bis -lutit angetroffenen Formen BARTHEL's lassen im Gebiet Gemeinsamkeiten erkennen, sowohl bezüglich der Lithofazies des Sediments als auch der ökologischen Bedingungen. So wird die Gattung Astarte vorwiegend in dem basalen roten Lias-Kalk gefunden, wobei das im flachen bewegten Wasser angenommene Habitat (BARTHEL 1969, S.96) auch durch die Lithofazies bestätigt wird. Nach dem gleichen Autor konnte die Gattung Pinna, die heute nur im Schlamm australischer "tidal-flats" begraben lebt, sowohl auf hartem als auch auf weichem Substrat existieren. Im Gebiet wurde sie in den Partikel führenden Kalken (2,212), die eher auf einen durch Wasserströmungen ausgewaschenen, härteren Meeresboden schließen lassen, gefunden. Wahrscheinlich handelt es sich um "epibyssate"-Formen.

Besondere Aufmerksamkeit kommt der Verbreitung bestimmter Gruppen und Gattungen zu, die enge Beziehungen zu bestimmten Gesteinstypen aufweisen. So sind vor allem die fixosessil lebenden Formen der Gattung "Ostrea" und Gryphaea stets in der Quarz führenden Kalkfazies (2,2252) anzutreffen. "Ostrea"-Schalenreste kommen auch lagenweise in den hellen gelblichen Echinodermen-Schuttkalken vor, wobei nach ihrem guten Erhaltungszustand auf eine geringe Verfrachtung zu schließen ist. Die größten Lamellibranchiaten-Anhäufungen bilden die Pectiniden in den Glaukonit führenden intraklastischen Kalkareniten (2,212). Die Lamellibranchiaten kommen in weiter Verbreitung bis zu

einer Meerestiefe von 70m vor, wobei sie zwischen 20 und 50m gegenüber den anderen Faunen-Gruppen vorherrschen (ZIEGLER, 1967, S. 448).

5.6 Cephalopoda

Den Cephalopoden ist vor allem durch ihre Häufigkeit und weiträumige horizontale Verbreitung eine größere palökologische Bedeutung zuzumessen.

Große Unterschiede in der Individuenzahl treten zwischen den kiesel-säurereichen Gesteinen und den Kalksteinen, in welchen Cephalopoden stets zahlreicher gefunden werden, auf. Diese Unterschiede in der Fundhäufigkeit sind z. T. durch sekundäre Ursachen (z. B. Erhaltungszustand, Aufsammlung- und Präparationsschwierigkeiten) mit bedingt. Auch bei den Faktoren, die tatsächliche Häufigkeitsunterschiede hervorrufen, müssen primäre (z. B. biologische und postmortale Faktoren) und sekundäre (unterschiedliche Sedimentationsrate, Kompaktion) unterschieden werden. Unter Berücksichtigung aller sekundären Faktoren ist aber trotzdem eine größere Häufigkeit der Ammoniten in Kalkgesteinen festzustellen. Auch der berechtigte Einwand, daß Auflösungsvorgänge im Kieselsäure-Milieu dabei eine Rolle spielen könnten, wird durch einen Vergleich reiner Kalksteine mit zunehmend kiesel-säurereichen Gesteinen entkräftet, da auch die in den letzteren gefundenen Cephalopoden zwar selten, aber stets gut erhalten anzutreffen sind.

Ein Häufigkeitsunterschied ist aber auch innerhalb der Kalkgesteine selbst festzustellen. So sind z. B. die Kalke in Adneter-Ausbildung stets reicher an Ammoniten als die der Fleckenkalk-Fazies. Auch hier dürften primäre Faktoren eine wesentliche Rolle gespielt haben. So könnten z. B. bei der Adneter-Fazies Meeresströmungen, die auch für die Farbe des Gesteins mit verantwortlich sind, Ammonitenschalen zusammengeschwemmt haben. Einen zweiten Faktor stellt die Sedimen-

tationsrate dar, die hier wesentlich geringer ist. Eine ähnlich starke Abnahme der Cephalopoden ist auch beim Übergang zu Echinodermen-Schuttkalken feststellbar. Hier machen lediglich die Belemniten eine Ausnahme: sie kommen, vor allem in der Übergangs-Fazies (Echinodermenschutt-reiche Adneterkalke), häufig vor. Dies läßt die Vermutung zu, daß die Ammoniten einerseits Echinodermen-Rasen mieden, andererseits daß sie - zumindest gelegentlich - in Bodenberührung kommen mußten. Ähnliche Vorstellungen entwickelt LEHMANN (1973).

Von palökologischer Wichtigkeit ist ferner die Feststellung über die unterschiedliche Verteilung bestimmter Cephalopoden-Gruppen in den verschiedenen Gesteins-Typen. So treten z.B. in den roten Kalken Phylloceraten, Lytoceraten und einzelne Gattungen der Ammonitina, die ihre Hauptverbreitung in den Südalpen haben und als ausgesprochen mediterrane Typen gelten, viel häufiger auf. In den Fleckenkalken ist dagegen eine Durchmischung der mediterranen mit den germanischen Faunenkomponenten deutlich feststellbar. Die Fleckenkalke können daher als eine Übergangs-Fazies zwischen diesen Bereichen betrachtet werden, wofür auch ähnliche Ausbildungen im germanischen Bereich sowohl in petrographischer als auch in faunistischer Hinsicht sprechen. So kommen z.B. Kalke in fleckiger Ausbildung sowohl im Numismalis-Mergel als auch im Lias-Zeta des schwäbisch-fränkischen Bereichs vor. Sie führen auch die meisten Lytoceraten im germanischen Raum.

DONOVAN (1967, S.111) untersuchte die Verbreitung und Verteilung der Ammoniten-Genera in den verschiedenen Stufen des unteren Jura in Europa, der Türkei und N-Afrika. Er findet, daß die Mehrzahl der Genera weitverbreitet sind. Eine kleine Anzahl jedoch tritt - besonders in den Stufen Hettangium, Sinemurium und Pliensbachium - dominierend oder sogarausschließlich im nördlichen oder südlichen Bereich der Tethys auf. Im Toarcium ist diese unterschiedliche Ver-

teilung der Genera nicht mehr so deutlich. Ebenso weist DONOVAN auf das arten- und individuenreichere Auftreten der *Lytoceratidae* und *Phylloceratidae* in den mediterranen Gebieten hin.

Eine wichtige Rolle für die Verbreitung der Ammoniten räumt DONOVAN (1967) der Wassertemperatur ein. ZIEGLER (1967, S. 439) dagegen mißt bei seinen Studien über die Ammoniten-Ökologie im Oberjura der Wassertiefe die größere Rolle zu, wobei er die Wassertemperatur als einen weiteren wirksamen Faktor betrachtet. Bei unterschiedlicher Formenfülle nimmt er (S. 452) eine Überlagerung der klimatischen und bathymetrischen Einflüsse an. Er kommt auf eine Wassertiefe von 100-300m, in der - gemessen an den Gattungszahlen - eine große Formenfülle der Ammoniten herrscht. Gegen die Tiefsee werden die Ammoniten ebenso wie gegen den Flachschelf weniger mannigfaltig. ZEISS (1968, S. 152) gibt für das Auftreten der *Phylloceraten* und *Lytoceraten* eine Wassertiefe von mehr als 200m an. In Anlehnung an die Angaben ZIEGLER's (1967) und ZEISS's (1968) und unter Berücksichtigung vor allem der Begleitfauna dürften sowohl die *Adneter*- als auch die *Fleckenkalke* in Tiefenbereichen von mehr als 150m abgelagert worden sein, wobei es keine allzu großen Unterschiede gegeben haben dürfte. Wie die vollmarinen Begleitfaunen zeigen, müssen auch die *Cephalopoden stenohalin* gewesen sein.

5.7 Echinodermata

Echinodermenreste haben im Gebiet eine ansehnliche Verbreitung und bilden mächtige Gesteinsserien, die als charakteristisch für den alpinen Jura gelten. Diese Tier-Gruppe ist zum weit überwiegenden Teil durch *Crinoiden*, daneben *Holothurien*reste vertreten. Sie stellt zusammen mit den *Brachiopoden* und *Cephalopoden* den *stenohalinen* Faunenanteil mit normalen Salinitätsansprüchen dar (vergl. ZIEGLER 1972, S. 168).

Die rezenten Crinoiden sind vom Küstenbereich bis zur Tiefsee anzutreffen und lassen daher im allgemeinen keine bathymetrischen Rückschlüsse zu. Jedoch erlauben ihre Lebensweise sowie Ernährung und Anatomie gewisse palökologische Aussagen.

Nach LANE (in van SANT & LANE 1964, S. 33) lebten fossile Crinoiden aus Nordamerika in "shallow-water"-Gemeinschaften auf schlammigem, aber gut durchlüftetem Boden. BAUSCH (1963) nimmt dagegen ein festeres Substrat an. Die Ernährung der rezenten Crinoiden erfolgt durch das Fangen von Plankton und aufgewirbelten Kleinlebewesen des Bodens. Nach FECHTER (1970, S. 295) ist diese Ernährungsweise die ursprüngliche des ganzen Tierstammes und wurde beibehalten. Daraus läßt sich auf Wasserbewegungen schließen, die eine Aufwirbelung des Bodens verursachen konnten. Sie dürften jedoch nicht zu stark gewesen sein, wenn man die zerbrechliche Bauart der Tiere berücksichtigt. Hinzu kommt eine Beeinträchtigung der Fangtätigkeit bei einer zu starken Aufwühlung des Bodensatzes. Es wird auch im allgemeinen eine Mitwirkung der Crinoiden bei der Erzeugung einer Wasserströmung angenommen. Die große Verbreitung und Mächtigkeit der Echinodermen-Schuttkalke lassen auf günstige ökologische Verhältnisse schließen, unter denen dichte Crinoiden-Rasen entstehen konnten.

Die Holothurien treten in ihrer Verbreitung im Gebiet gegenüber den Crinoiden weit zurück. Die rezenten Tiere dieser Gruppe zeigen - was ihr Biotop betrifft - Eigenschaften, die Parallelen mit den im Gebiet vorkommenden Fossilien vermuten lassen. Nach KAESTNER (1963, S. 1231) weisen die benthonischen Tiere ihre höchste Individuen- und Artenzahlen in den Küstenregionen des Indischen und Westpazifischen Ozeans auf, wo sie sandige Untiefen und Korallenküsten bevölkern und meist frei auf dem sandigen oder felsigen Untergrund liegen. Sie ernähren sich von Bodenmaterial und benötigen reichlich Sauerstoff.

Diese Erkenntnisse lassen sich gut auf die Holothurien führenden Fazies-Bereiche des Gebietes übertragen: es sind nämlich die häufigsten Vorkommen dieser Gruppe in den Quarz-führenden Kalken (2.2252) und in den Mikrofossilkalken (2.214) anzutreffen. Für einen solchen, dem rezenten ähnlichen Biotop dieser Tier-Gruppe spricht auch das Zusammenvorkommen ihrer Reste mit Glaukonit und detritischem Quarz (2.2252).

6. ABLAGERUNGSMILIEU

Zur Rekonstruktion des Ablagerungsmilieus werden die liassischen Gesteine zweckmäßigerweise nach ihrer Färbung, die teilweise auf ein oxydierendes, teilweise auf ein reduzierendes Milieu hinweist, in zwei Haupt-Faziesgruppen untergliedert: Grau-Fazies (6.1) und Rot-Fazies (6.2). Übergangs-Fazies, die vielfach auftreten, werden je nach der Stärke der Oxydation bzw. Reduktion nach dem Schema

Oxydation			
grau	grün	violett	rot
Reduktion			

in die Grau- oder Rot-Fazies einbezogen. Die Rekonstruktion beruht vor allem auf der Litho- und Biofazies der Gesteine, wobei auch Faziesänderungen in der Vertikalen und Horizontalen mit berücksichtigt werden.

6.1 Grau-Fazies

In diesen Fazies-Bereich gehören Gesteins-Typen, die unter reduzierenden Bedingungen nur im Sediment entstanden sind, wie Fleckenkalke und -mergel, Spiculite und spiculitische Kalke, dunkle Kalke und Tonmergel, sowie solche, die auf Sauerstoff-Abschluß auch im bodennahen Wasser bis zur sogenannten "Sprungschicht" bei ihrer Entstehung hinweisen, wie die Bitumenmergel ("Posidonien-Schiefer").

Für erstere ist ein benthonischer Fossilanteil, der auf lebensfreundliches Substrat aufweist, charakteristisch, während letzteren benthonische Organismen fehlen.

6.11 Fleckenkalke

Die Grundmasse der Fleckenkalke besteht fast ausschließlich aus

Mikrit, der auf Schlamm-Absatz in einem nahezu ruhigen Wasser hinweist. Auch nach der Klassifikation von PLUMLEY et al. (1962) an Kalkgesteinen, der nach dem Verhältnis: Komponenten zu Grundmasse fünf unterschiedliche Typen je nach Strömungsintensität aufstellt, lassen sich die Fleckenkalke in den Typus I (schwächste Strömung) einordnen. Weiter spricht die gute Fossilerhaltung - außer den Echinodermenresten, die aber vorwiegend aus anderen Sedimentationsbereichen antransportiert wurden - für eine ruhige Einbettung.

Auf eine gewisse Durchlüftung und schwache Strömungen - wenigstens zeitweise - weist das spärliche Auftreten von Glaukonit hin. Die Bedingungen für ein gehäuftes Vorkommen (stärker bewegtes Wasser, geringe Sedimentation, etc.), wie es für die dunkelgrauen Kalke (2,225) charakteristisch ist, waren allerdings nicht gegeben. Daß die Belüftung noch zumindest bis in die obersten Sedimentschichten reichte, zeigt das charakteristische Wühlgefüge (ALBRECHT 1963).

Die Meerestiefe läßt sich vor allem aus dem Fauneninhalt, der meist nicht sekundär angereichert ist, abschätzen. Relativ weitverbreitet sind Porifera und lassen durch den höheren Anteil an Hexactinellida, die nach FÜCHTBAUER & MÜLLER (1970, S.481) heute in Tiefen unterhalb 300m vorkommen, auf tieferes Wasser schließen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Gruppe früher in flacherem Wasser lebte (vergl. 5.2).

Ebenso weitverbreitet - jedoch nicht gleichmäßig verteilt - sind Cephalopoda, die auf etwa dieselben Merestiefen hinweisen. ZIEGLER (1967, S.452) nimmt für die optimale Entfaltung der Cephalopoden im Oberjura eine Tiefe von etwa 100-300m an. Berücksichtigt man auch den Lytoceraten- und Phylloceratenanteil - sie sind nach ZIEGLER (1967, S.448) in noch tieferen Meeren vorherrschend - so kann eine Tiefe von 200-400m angenommen werden.

Auch das weitgehende Zurücktreten der Lamellibranchiaten - mit

Ausnahme der pseudoplanktonischen Inoceramen (vergl. ZIEGLER 1967, S.451), die noch am häufigsten vorkommen - sowie der Brachiopoden deutet auf tieferes Wasser hin.

Ebenso läßt der Fazieswechsel sowohl in der Horizontalen als auch in der Vertikalen unter Berücksichtigung bestimmter Tendenzen eine relative und indirekte Einordnung zu, die in Einklang mit den bereits erwähnten Fakten steht. So zeigen die Fleckenkalke in der Horizontalen eine unmittelbare Verzahnung vor allem mit Adneterkalken und Hornsteinkalken, während sie in der Vertikalen kontinuierlich in Kieselkalke und Echinodermen-Schuttkalke übergehen, oder aus den dunklen grauen Kalken, Bitumenmergeln und Adneterkalken hervorgehen können. Von Wichtigkeit ist in diesem Zusammenhang weiterhin, daß der Fleckenkalk sich nicht aus dem Oberrätkalk entwickelt, während der Adneterkalk letzteren häufig mit Zwischenbildungen überlagert.

6.12 Spiculite und spiculitische Kalke

Das wichtigste Fazies-Merkmal zur Rekonstruktion des Ablagerungsmilieus der Spiculite und spiculitischen Kalke ist in der starken Anreicherung an Schwammresten, die hier den weit überwiegenden Anteil des Fauneninhaltes ausmachen, zu sehen. Dabei ist zunächst von großer Bedeutung, ob die Anreicherung der Schwammnadeln primär oder sekundär erfolgte. Für eine primäre Anreicherung sprechen vor allem relativ große Sedimentmächtigkeiten, die eine - im allgemeinen durch geringe Sedimentation gekennzeichnete - sekundäre Konzentration ausschließen; daneben stets eine kontinuierliche Zu- oder Abnahme der Schwämme in der Vertikalen.

Für eine solche massenhafte Entfaltung müssen optimale Bedingungen geherrscht haben. Dies gilt vor allem für die Monactinelliden, die hier den weit überwiegenden Teil der Gruppe ausmachen. Nach POKORNY (1958, S.17-18) zeigen sie ihre Hauptentfaltung in flacherem

Wasser bis in Tiefen von einigen hundert Metern. Berücksichtigt man dazu die deutliche Abnahme der Hexactinelliden, die im allgemeinen größere Tiefen - wie bei der Besprechung der Fleckenkalke erwähnt worden ist - bevorzugen, dann ist auf jeden Fall eine geringere Tiefe als die des Ablagerungsraums der Fleckenkalke anzunehmen. Auch die allgemeingültige Erkenntnis, daß die Porifera erst seit der Oberkreide tiefere Meere bewohnen (5,2), deutet auf eine Ablagerungstiefe der Sedimente in flacheren Meeren. Dafür spricht auch die Fazies-"Nachbarschaft" der an Schwammnadeln reichen Gesteine zu den dunkleren Fleckenkalken einerseits, und den helleren (hellbraungrauen bis weißlichen) Echinodermen-Schuttkalken (2,211) oder den hellen massigen Kalken (2,221) andererseits, die - vor allem letztere - auf ein noch flacheres Ablagerungsmilieu hinweisen. Die Verbreitung der Schwämme zeigt also - was die Tiefe betrifft - deutliche Unterschiede, läßt jedoch bestimmte Maxima erkennen. Die stärkste Zunahme der Porifera (und zwar der Monactinellida) ist in der Nähe der Echinodermen-Schuttkalke zu erkennen. Dies zeigen am ausgeprägtesten die Spiculite, die vielfach mit Echinodermen-Schuttkalken wechsellagern. Auch die helleren Farbtöne, die hier vorherrschen, deuten auf einen Übergang zwischen Grau- und Rot-Fazies hin, wobei eine deutliche Zunahme der Bankstärke von grauen (an Schwammnadeln reichen) über hellbraungraue und hellgelbliche zu roten (an Schwammnadeln armen) Gesteinen erkennbar ist. Für unterschiedliche Ablagerungsverhältnisse zwischen den helleren Spiculiten und spiculitischen Kalken und den dunkleren Hornsteinkalken spricht auch das nahezu völlige Fehlen von Ammoniten bei ersteren, während sie bei letzteren - obgleich gegenüber den Fleckenkalken weit zurücktretend - immerhin zu finden sind.

Die stärkere Abnahme an terrigenem Material, die für die große Verbreitung der Monactinelliden eine Voraussetzung ist, spricht - gegenüber den "tonigeren" Fleckenkalken - für etwas stärkere Wasser-

strömungen, jedoch nicht so stark wie bei den Echinodermen-Schuttkalken, die einen noch geringeren Anteil aufweisen. Dafür weist auch das häufige Auftreten der Spiculite und spiculitischen Kalke vorwiegend zwischen den Fleckenkalken (sehr geringe Strömungen) und den Echinodermen-Schuttkalken (stärkere Strömungen) oder sogar hellen massigen Kalken (starke Strömungen) hin. Bei einem Vergleich der Dünnschliffe mit PLUMLEY's et. al. (1962) Abbildungen lassen sich die Kieselkalke im allgemeinen zwischen seinen Typen I und II einordnen, wobei solche mit erhöhtem Echinodermenschuttgehalt oder helleren Hornsteinkalken, die aus der unmittelbaren Nähe der hellen massigen Kalke stammen, eindeutig mit Typus II vergleichbar sind.

Für eine primäre Nachbarschaft zwischen den Poriferen und Echinodermen sprechen auch ähnliche Bodenverhältnisse, die beide bevorzugen, nämlich schlammiger Boden.

Als Ursachen für die massenhafte Entfaltung der Porifera sind, neben den örtlichen Voraussetzungen, auch überregionale Faktoren zu berücksichtigen. Insbesondere erscheint die Frage nach einem erhöhten Kieselsäureangebot von Bedeutung. Die Beobachtungen hierzu sind allerdings empirisch und es wäre in diesem Zusammenhang sinnvoll, wenn spätere sedimentologische und geochemische Untersuchungen durchgeführt werden würden (z.B. ob hydrothermale Mineralien auftreten, usw.). Als eine Beobachtung von größerer Bedeutung ist vor allem hervorzuheben, daß die Kieselsäure - zumindest im Unteren und Mittleren Jura - gegenüber dem germanischen Raum an den Tethys-Geosynklinalraum gebunden erscheint. Dies steht in Einklang mit der Erkenntnis, daß kieselige Organismen in Geosynklinal-Gebieten oder -Räumen, die in direktem Zusammenhang mit solchen stehen, bevorzugt auftreten.

Eine zeitliche Abhängigkeit ist vor allem im Unteren und Mittleren Jura des Arbeitsgebietes deutlich erkennbar. Liassische Stufen mit besonders weitverbreitetem Kieselsäuregehalt sind der untere Lias und der obere Mittellias. Dabei erfolgte die Kieselsäure-Zufuhr während des Jura im ganzen alpinen Bereich. Wo und wann einzelne Kiesel- und kieselige Gesteine ausgeschieden wurden, hängt offenbar vor allem von örtlichen Bedingungen im Ablagerungsraum ab. Die Ursachen der lokalen Kieselsäure-Konzentration innerhalb des Gesteins wurden bereits im lithofaziellen Teil diskutiert.

6.13 Graue Kalke und Tonmergel

Unter der Bezeichnung "Graue Kalke" werden zusammengefaßt: Pectiniden führender Intraklastenkalk (2.212 bzw. 2.2251), Quarz führender Kalk (2.2252) und Brachiopoden-Kalk (2.213). Zweckmäßigerweise werden auch die Tonmergel hier angeschlossen.

Die Kalke weisen folgende gemeinsame, für das Ablagerungsmilieu charakteristische Merkmale auf: dunkelgraue Farbe, eine reiche Lamellibranchiaten- oder Brachiopodenfauna, ein Überwiegen der Komponenten gegenüber der Grundmasse, geringe Mächtigkeiten sowie stärkeren Glaukonitgehalt. Dabei kann sowohl das eine wie das andere Merkmal dominieren.

Während die dunkelgraue Farbe nur auf ein reduzierendes Milieu im tieferen Bodensediment hinweist, läßt die reiche Megafauna - allen voran die Lamellibranchiaten - konkretere Rückschlüsse auf die Sedimentations-Bedingungen zu. Lamellibranchiaten haben nach ZIEGLER (1967, S.44) eine Hauptverbreitung bis zu einer Tiefe von 70m, wobei sie zwischen 20-50m gegenüber den anderen Faunengruppen vorherrschen. Solche Verhältnisse sind bei den Pectiniden führenden Kalken zu beobachten. Auch die Ansicht SCHÄFER's (1962, S.178), daß fakultativ-fixosessil lebende Lamellibranchiaten auf Orte, die frei von stärkerer Sedimentation sind, hinweisen, trifft hier zu. Der überwiegende Teil der Funde gehört nämlich zu dieser Gruppe. Lamellibranchiaten von besonderer bathymetrischer Bedeutung, wie die Ostreiden - nach ZIEGLER (1967, S.408) bis zu einer Tiefe von 50m lebend - wurden bankweise angehäuft in den Quarz führenden Kalken angetroffen.

Das nesterweise Vorkommen der Brachiopoden (als Einschaltungen in den dunkelgrauen Mergeln), deren überwiegende Zahl im Schelf-Bereich ihre Hauptverbreitung hat, deutet ebenso auf geringere Meerestiefe hin.

Die Holothurien, die in den Quarz führenden Kalken anzutreffen sind, bewohnen heute Küstenregionen, Untiefen und Korallenküsten (5,7) und lassen ähnliche Rückschlüsse zu.

Dafür sprechen auch, neben den geringen Mächtigkeiten, lithofazielle Merkmale wie der deutliche Glaukonitgehalt. Nach PORRENGA (1967, S.496) bildet sich Glaukonit vorzugsweise in einer Meerestiefe von etwa 125-250m; von BELL & GOODEL (1967) werden als obere Grenze 20m, als untere ca. 2000m angegeben.

Auch die Entwicklung der Grauen-Kalke aus den liegenden Kössener Schichten und ihre litho- und biofaziellen Ähnlichkeiten mit diesen deuten auf geringere Meerestiefen hin. Während aber die Kössener-Schichten eine Verzahnung mit Stockkorallen führenden Kalken (bevorzugt 0-20m - vergl. 5,3) aufweisen, ist eine solche bei den liasischen Kalken nicht vorhanden. Die Wassertiefe war also konstant größer als im Lebensbereich der Stockkorallen und wahrscheinlich auch etwas größer als die der Kössener-Schichten. In den grauen Kalken treten nur spärliche Einzelkorallen auf, die auch tiefere Meeresgebiete bewohnen.

Für den Ablagerungsbereich der Kalke läßt sich so eine Meerestiefe von etwa 30 bis höchstens 150m ermitteln, wobei bei den Pectiniden führenden Kalken - vor allem aufgrund der Fauna - eine weitere Eingengung auf 30-80m als möglich erscheint.

Für die Tonmergel im Übergangsbereich zu den Fleckenkalken ist - wenn man die kontinuierliche Faziesentwicklung berücksichtigt - eine etwas größere Meerestiefe anzunehmen.

Der Glaukonitgehalt, der in den Quarz führenden Kalken sehr häufig zu beobachten ist, läßt neben bathymetrischen Hinweisen, die mit den bereits erwähnten gut in Einklang stehen, auf etwas stärkere Wasserströmungen sowie einen deutlichen Sauerstoffgehalt bis in das oberste Sediment schließen. Dafür sprechen auch Fauna und Komponenten, die meist gegenüber der Grundmasse überwiegen.

So mieden benthonisch lebende Brachiopoden nach DIENER (1925) zwar stark bewegtes Wasser, bevorzugten aber Gebiete mit geringeren, für die Ernährung wichtigen Strömungen. Ähnliche Hinweise geben die Holothurien, die nach KAESTNER (1963, S.1231) reichlich Sauerstoff benötigen, sowie der - sicher eingeschwemmte - Feinschutt von Echinodermen, die ein anderes Substrat als die hier "autochthon" auftretende Fauna bevorzugten.

Auch Vergleiche von Dünschliffen mit den Abbildungen PLUMLEY's et al. (1962), die sich seinem Typus II zuordnen lassen, deuten auf solche Verhältnisse hin.

Die fakultativ-fixosessile Lebensweise der Lamellibranchiaten, das Vorkommen der bodenbezogen lebenden Brachiopoden sowie die auf sandigem oder felsigem Untergrund lebenden Holothurien lassen auf ein schlammfreies Substrat im Ablagerungsbereich der Kalke schließen.

Für die zwischengeschalteten Tonmergel dürfen wegen der engen faziellen Bindung an die Kalke grundsätzlich ähnliche Verhältnisse in Bezug auf Wassertiefe und Sauerstoffgehalt angenommen werden. Die Wasserströmungen müssen jedoch erheblich geringer gewesen sein, und das frische Sediment war sehr weich, so daß benthonische Organismen äußerst ungünstige Lebensbedingungen hatten und daher in der Regel fehlen. Daraus ist zu schließen, daß im Ablagerungsraum der Kalke und Tonmergel über längere Zeit hinweg die Wassertiefe m.o.w. unverändert (gering) gewesen sein muß, die Wasserbewegungen aber stärkeren Schwankungen unterworfen waren.

6.14 Schieferiger Bitumenmergel ("Posidonienschiefer")

Das feinlamellierte Gestein des schiefrigen Bitumenmergels (2.13) läßt auf eine äußerst ruhige, fast strömungsfreie Sedimentation schließen. Das nahezu völlige Fehlen von Benthos sowie der Bitumen-

gehalt weisen auf ein lebensfeindliches, d.h. sauerstoffarmes Ablagerungsmilieu mit reduzierenden Verhältnissen - die über der Bodenoberfläche bis zur sogenannten "Sprungschicht" geherrscht haben - über längere Zeiten hinweg hin. Es müssen Areale gewesen sein, in denen eine Wasserzirkulation bis zu einer gewissen Höhe ("Sprungschicht") verhindert wurde oder nur mangelhaft erfolgte, so daß die Gewässer stagnierten. Die weitgehend ähnlichen Posidonienschiefer Süddeutschlands, die wesentlich besser bekannt sind, führen zumindest lagenweise, sessiles Benthos, das von EINSELE & MOSEBACH (1955, S. 339) als Hinweis auf Gytjtaverhältnisse gedeutet wurde, während FISCHER (1961, S. 338) zeitweise auch Sapropelverhältnisse angenommen hat. Da beide nicht an eine bestimmte Wassertiefe gebunden sind, können bathymetrische Rückschlüsse daraus ohne zusätzliche Indizien nicht gezogen werden.

Sie sind eher durch den Fazieswechsel in der Horizontalen und Vertikalen sowie gewisse Entwicklungstendenzen der Ablagerungsräume möglich. Im Norden (nördliche Allgäu-Einheit) entwickeln sie sich m.o.w. kontinuierlich aus dunkelblaugrauen Kalken - wobei der Bitumengehalt nach oben eine almähliche Zu- die Flecken dagegen eine Abnahme aufweisen - und werden von einem roten Mergelhorizont überlagert, der in vorwiegend graue kieselige Echinodermen-Schuttkalke überleitet. In der Horizontalen - jedoch nicht unmittelbar nachzuweisen - verzahnen sie sich mit Hornstein führenden grauen Fleckenkalken. Im Süden (Synklinorium) ist eine entgegengesetzte vertikale Faziesentwicklung festzustellen. Sie gehen nämlich aus kieseligen Echinodermen-Schuttkalken über geringmächtige Quarzsand führende Mergel hervor und entwickeln sich nach nochmaliger Einlagerung von sandigen Mergeln zu Fleckenkalken weiter, die zum Hangenden immer häufiger Hornsteine führen. In der Horizontalen gehen sie in Echinodermen-Schuttkalke über.

Die Tatsache, daß sie in beiden Fällen - abgesehen von den geringmächtigen zwischengeschalteten dunklen Mergeln (Synklinorium) - zwischen Fleckenkalken und kieseligen Echinodermen-Schuttkalken (2.212) eingelagert sind, läßt auf eine Meerestiefe zwischen diesen beiden Fazies schließen. Eine weitere Feststellung, nämlich daß eine Zunahme des schiefrigen Bitumenmergels gegen die Echinodermenschutt-Areale zu verzeichnen ist, erlaubt neben paläogeographischen Aussagen über das Relief eine Angabe der ungefähren Meerestiefe, die näher bei der der Echinodermen-Schuttkalke gelegen haben muß. Ausgehend von der Ablagerungstiefe der Fleckenkalke (200-400m, vergl. 611) und unter Berücksichtigung der dunklen Mergel (50-120m, 6.13), zu denen sie sich im Synklinorium entwickeln, ist für die Ablagerung der schiefrigen Bitumenmergel eine Tiefe von etwa 100-150m anzunehmen.

In Einklang damit stehen auch die Angaben RIEBER's (1968), der sich intensiver mit Gesteinen ähnlicher Ausbildung - wie der Grenzbitumenzone der Tessiner Kalkalpen - befaßt hat. Er deutet sie als Flachwasser-Ablagerung.

Der Quarz- und Pflanzenhäckselgehalt, der durch Einschwemmung infolge einer Regression (Auftauchen von Inseln) oder durch veränderte klimatische Bedingungen (Zunahme von Niederschlägen) zu erklären ist, läßt sich auch eher mit flacheren Meerestiefen vereinbaren.

Auffallend ist die kontinuierliche Überlagerung der Bitumenmergel im nördlichen Bereich (nördliche Allgäu-Einheit) durch rote Mergel (s. oben), die in Bezug auf Durchlüftung des Wassers das entgegengesetzte Extrem zur Stillwasserfazies der Bitumenmergel darstellen. Sie sprechen für eine sehr schnelle Änderung der Strömungsverhältnisse und können vielleicht ebenfalls eine schwache Regression anzeigen.

Die Entstehung der bituminösen "Posidonienschiefer-Fazies" des Lias führt JORDAN (1974) auf "starkes Salzauslaufen und Salzsolen-Bildung - verbunden mit dem Austritt von Erdöl/Erdgas?" - ins Meer zurück. Ob sich jedoch solche Auswirkungen von Nordwest-Deutschland bis in den alpinen Bereich bemerkbar machen konnten, ist fraglich und muß vorerst offenbleiben. Hinweise, die eher für eine örtliche Ursache sprechen, könnte vor allem der Mn-Gehalt, der besonders in der Zeit des Bitumenmergels weitverbreitet und lithofaziell ungebunden ist - er tritt sowohl im Bitumenmergel als auch in den stets davon getrennt auftretenden roten Kalken auf - liefern.

Chemische Analysen, die vom Arbeitsgebiet bekannt sind - PÖSCHL, 1962, S.26 (Mn-Knollen); FRANZ, 1959, S.26 ("Posidonienschiefer") - lassen gewisse Beziehungen erkennen:

<u>Mn-Knollen:</u>	<u>Bitumenmergel:</u>
Hauptelemente: Fe, Mn (Fe:Mn=1:15)	Hauptelemente: Mg, Mn, K, Si, Al Daneben: (%): Fe, Ni, Na
Spuren: Cu, Pb, Ni	Geringe Menge: (‰): Ag, Cu, Cr, Ti
Geringe Spuren: Tv, V, Mg, Hg	Spuren: V, Sr, Ba

Unter Berücksichtigung der begleitenden kieseligen Gesteine ist es durchaus vorstellbar, daß der Mn-Gehalt wie die Kieselsäure durch hydrothermale Lösungen dem Meereswasser zugeführt wurde und die Entstehung bituminöser Gesteine mit begünstigte. Jedoch wären zu exakteren Aussagen umfangreiche geochemische Untersuchungen erforderlich.

6.2 Rot - Fazies

In den Rotfazies-Bereich gehören Gesteinstypen, die vor allem aufgrund der Färbung unter oxydierenden Bedingungen - unter denen eine Pyritbildung ausgeschlossen war - entstanden sind. Ob dies primär oder sekundär erfolgte - worüber die Meinungen der verschiedenen Autoren weit auseinander gehen - ist in diesem Rahmen zweitrangig. Die Annahme einer primären Entstehung bietet den Vorteil einer einfacheren Erklärung, da die klimatischen Bedingungen (tropisch, subtropisch), die nach Paläotemperatur-Untersuchungen (z. B. FABRICIUS 1970) auch vorliegen, für eine weite Verbreitung von Roterde (sensu lato) günstig waren und bei einer einfachen Einspülung des verwitterten Materials ins Meer nur eine Reduktion zu vermeiden war. Für eine sekundäre Entstehung setzt sich HALLAM (1967) ein,

der dies vor allem mit dem Fehlen oder ungenügend Vorhandensein von Kaolinit begründet. Allerdings muß mit der Möglichkeit einer Umwandlung terrestrischer Tonminerale in marinem Milieu gerechnet werden. Nach FÜCHTBAUER & MÜLLER (1970, S.172) ist Kaolinit im Kontakt mit dem Porenwasser mariner Sedimente nicht stabil. Außerdem erscheint eine sekundäre Rotfärbung am Meeresboden insgesamt komplizierter, da ja das rotfärbende dreiwertige Eisen als wasserfreier Hämatit vorliegt, während bei Oxydation von wasserigen Fe-Lösungen im allgemeinen wasserhaltiger Limonit entsteht.

Für die Verhältnisse im Arbeitsgebiet ist jedoch nur von Wichtigkeit, daß in beiden Fällen oxydierende Bedingungen geherrscht haben müssen. Auf jeden Fall ist ein unterschiedliches Bodenrelief und gut durchlüftetes Ablagerungsmilieu zu fordern. Dabei sind Abbau von organischen Substanzen (FLÜGEL & TIETZ 1971, S.37) und Zufuhr (oder Anwesenheit) von Farbträgern (GRIMM, 1951) zu berücksichtigen. Als Fe-Farbträger können Tonanteile mitwirken. ANGINO (1966) stellte rezent in der Bahama-Bank eine deutliche Bindung des Eisens an den Tonanteil fest. Nach PAUL (1970) kann der Fe-Gehalt in Form von detritischen Tonmineralen angeliefert werden. Für eine Zufuhr der roten Farbe zusammen mit dem Tonanteil vom Festland könnte auch ihre m.o.w. gleichmäßige Verteilung im Gestein sowie die größere Intensität der Farbe in den tonreicheren Schichten sprechen.

6.21 Adneter-Kalke

Der rote Adneter-Kalk läßt vor allem auf ein oxydierendes Ablagerungsmilieu, das auf gute Durchlüftung zurückzuführen ist, schließen. Sie ist aufgrund der mikritischen Grundmasse, die auf Schlamm-Ab-satz hinweist, in erster Linie durch das Bodenrelief und weniger durch stärkere Strömungen bedingt. Dünnschliffe lassen Vergleiche

mit denen des Typus II von PLUMLEY et al. (1962) zu. Auch ein Vergleich mit den - ebenfalls als Schlamm-Absätze zu deutenden - grauen Fleckenkalken, zu denen sie auch am häufigsten - vor allem in der Vertikalen - überleiten, macht dies deutlich. Auch das völlige Fehlen der sessil lebenden Brachiopoden könnte durch das Ausbleiben von stärkeren Strömungen einerseits, und dem zeitweilig ausgesprochen schlammigen Boden anderseits, erklärt werden. Solche Weichboden-Verhältnisse bevorzugen - wegen der Ernährungsweise, die zum Teil durch Aufwirbelung des Bodensatzes erfolgte - die Echinodermen (5.7) und Cephalopoden (5.6), die auch den größten Teil der Fauna ausmachen. Für schwächere Meeresströmungen spricht - neben den Crinoiden - das Auftreten der Milioliden (5.1).

Das Vorherrschen der Cephalopoden ermöglicht nach ZIEGLER (1967, S.452) neben Hinweisen auf das Substrat auch bathymetrische Angaben, die eine Meerestiefe von 100-300m vermuten lassen.

Auch der Fazieswechsel sowohl in der Horizontalen wie in der Vertikalen und die Berücksichtigung der Entwicklungstendenzen des Sedimentationsraumes lassen auf ähnliche Meerestiefen schließen. So lagert der Adneter-Kalk mit einem Hiatus auf dem Oberrätkalk. Er beginnt mit an Echinodermenschutt reichen Lagen oder Echinodermen-Schuttkalken und entwickelt sich an der Hangendgrenze kontinuierlich in Fleckenkalke weiter, die im Arbeitsgebiet als tiefste Ablagerungen anzusehen sind. In diesem Übergangsbereich sind häufig violette und grüngraue Farben, die den Grenzbereich zwischen oxydierendem und reduzierendem Ablagerungsmilieu kennzeichnen, zu beobachten.

SCHNITZER (1953, S.60) konnte bei der Untersuchung der - allerdings terrestrischen - Lehrbergsschichten des germanischen Keupers zeigen, daß die rote Farbe gegenüber der grüngrauen hier instabil ist und auf einen nur geringen Anteil an dreiwertigem Eisen vom Gesamteisengehalt zurückgeht.

Die relativ geringmächtigen roten Kalke sind stets durch Subsolutionserscheinungen, wie z.B. teilweise korrodierte Ammoniten-Schalen, örtlich Kondensationshorizonte (z.B. im Bereich des Synklinoriums) sowie zeitweise (vor allem im unteren und oberen Lias) das Auftreten von Eisen-Mangan-Oxyden in Form von Krusten und Knollen gekennzeichnet. Das häufige Zusammentreffen all dieser Merkmale deutet auf zeitweilig sehr geringe Kalksedimentation hin, wobei die Eisen-Mangan-Verbindungen erheblich zunehmen.

Während letztere keine genauen bathymetrischen Angaben erlauben - rezent sind sie sowohl in wenigen Metern Tiefe (Ostsee; HARTMANN 1964) als auch in der Tiefsee (Atlantischer und Pazifischer Ozean; FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970) zu finden - liefern sie neben der Färbung die wichtigsten Anhaltspunkte für konstant an Sauerstoff reiche Wasserverhältnisse (HARTMANN 1964, S. 14).

6.22 Echinodermen-Schuttkalke

Die Echinodermen-Schuttkalke treten im Arbeitsgebiet in unterschiedlichen Farben - von rot über gelb, grünlich, grau - auf, wobei in der Regel Beziehungen zu der Korngröße, die in der gleichen Richtung abnimmt, bestehen. Im gleichen Sinne ändert sich häufig auch die Grundmasse von Sparit zu Lutit, wobei beim ersteren im allgemeinen eine Unterscheidung vom primären und sekundären (Umkristallisation) nur andeutungsweise möglich ist. Berücksichtigt man die bessere Erhaltung der Komponenten bei den grobspätigen Kalken einerseits, und die größere Mächtigkeit und Verbreitung dieses Gesteins andererseits, so läßt sich auf dessen relative Autochthonie ("Parautochthonie") schließen.

Da die hellen und grauen Echinodermen-Schuttkalke in Zusammensetzung und Entstehung mit den roten "parautochthonen" durch fließende Übergänge verbunden sind, werden sie mit diesen gemeinsam behandelt.

Die Echinodermen-Schuttkalke bestehen weit überwiegend aus Komponenten und nur zu einem geringen Anteil aus Grundmasse. Das Verhältnis Komponenten zu Matrix deutet auf ein hohes Energieniveau hin, das durch Strömungen zu erklären ist. Für solche Verhältnisse spricht auch die gesamte benthonische Fauna der grobspätigen "parautochthonen" Kalke, allen voran die Crinoiden, die den weit überwiegenden Anteil ausmachen. Die Entstehung solcher Crinoidenrasen setzen gewisse Strömungen voraus, die für die Ernährungsweise untentbehrlich sind. Auch die übrigen benthonischen Organismen wie Ostreiden und Brachiopoden, die durch ihre fixosessile Lebensweise gegen Strömungen größere Toleranz zeigen, lassen ähnliche Rückschlüsse zu. Das Zusammenvorkommen dieser Faunenbestandteile, die zwar nur in bestimmten Bereichen auftreten, aber keine nennenswerte Sortierung aufweisen, läßt auf eine relativ wenig veränderte Biozönose schließen. Die auffallende Vergesellschaftung der Crinoiden mit den fixosessilen Gruppen gibt auch Anhaltspunkte über Substrat und Meerestiefe.

Sowohl die Ostreiden wie die Brachiopoden vermeiden Schlamm-Boden. Dies läßt auf - zumindest zeitweise, da sie nicht überall vorkommen - etwas verfestigten Boden schließen.

Besonders wichtig erweisen sie sich jedoch wegen ihrer bevorzugten Meerestiefe. Die Ostreiden sind nach ZIEGLER (1967, S. 448) bis zu einer Tiefe von 50m verbreitet; auch die Brachiopoden leben überwiegend im Schelf-Bereich. Für relativ geringe Ablagerungstiefe der grobspätigen Echinodermen-Schuttkalke spricht auch ihre Faziesentwicklung vom Liegenden zum Hangenden. Beispielsweise liegen Echinodermen-Schuttkalke im Synklinorium - allerdings mit Hiatus - zwischen Oberrätkalk (Seichtwasser-Ablagerung, vergl. 7.1) und Adneter-Kalk. Mit letzterem sind sie sogar eng verzahnt, wobei sie stets in bunten (grünen, roten) Farben auftreten.

Feinkörnigere, meist graue Echinodermen-Schuttkalke lassen in der Regel auf größere Verfrachtungen des Schuttanteils schließen. Bathymetrische Aussagen mittels der Echinodermen sind hier, da überwiegend allochthon, kaum mehr möglich. Auf die Wassertiefe gibt aber örtlich die Faziesentwicklung vom Liegenden zum Hangenden indirekte Hinweise. Im Hochgerngbiet gehen solche Echinodermen-Schuttkalke aus grauen Hornstein-Fleckenkalken hervor, die sich in Tiefen von ca. 200m abgelagert haben könnten. Sie zeigen einen höheren mikritischen Anteil sowie dunklere Farben (grau bis braungrau). Ostreiden und Brachiopoden treten erst in den gelblichen und roten, grobspätigen und mikritärmeren Anteilen im Hangenden auf, die als "paraautochthon" aufzufassen sind (s. oben). Daraus ergibt sich für die grauen Kalke eine Ablageungstiefe zwischen mindestens 50 und höchstens 200m. Die Faziesentwicklung ähnlicher Kalke aus dem Bitumenmergel ("Posidonien-schiefer") im Synklinorium (100-150m, vergl. 6.14) läßt auf entsprechende Tiefenverhältnisse schließen.

Das Fehlen von Ammoniten in nahezu allen Echinodermen-Schuttkalken dürfte palökologisch bedingt sein. Dies läßt sich mit der Annahme LEHMAN's über die Ernährungsweise der bodennah lebenden Gruppe begründen (5.6). Dafür spricht auch das häufige Auftreten der verwandten aber nicht bodennah lebenden Belemniten.

6.23 Blaßrote massige Kalke ("Hierlatz-Kalk")

Die blaßroten, massigen Kalke, die vor allem am Nordrand der Lechtal-Einheit den gesamten Lias aufbauen können und der Faziesgruppe des Hierlatzkalkes und ähnlicher Gesteine zuzurechnen sind, bestehen nach Dünnschliff-Untersuchungen überwiegend aus Kalklutit. Das Dominieren der hellen (blaßrötlichen) Farben steht offensichtlich

in enger Beziehung zum Tonanteil (je tonärmer, desto heller), was auf die Bindung der roten Farbe an diesen hindeutet. Der relativ geringe Tongehalt - ein besonderes Merkmal der massigen Kalke gegenüber allen anderen Faziestypen des Lias - hat wahrscheinlich primäre Ursachen, nämlich relativ reines Wasser im Ablagerungsraum. Möglicherweise war die Tontrübe in den küstenferneren Meeresteilen, in denen sich die Gesteine des Arbeitsgebiets abgelagert haben, bereits in größere Tiefen abgesunken.

Die Erkenntnis, daß Kalklutite heute nur in der Flachsee abgelagert werden (FÜCHTBAUER & MÜLLER, 1970, S.416) spricht - in Übereinstimmung mit dem oben erwähnten - für eine Ablagerung auch der massigen Kalke im Flachwasser-Bereich. Ein weiteres, wichtiges Argument hierfür ist - neben der relativ geringen Mächtigkeit des Gesteins - vor allem das Auftreten der Onkoide. Nach LOGAN et al. 1964 (in FÜCHTBAUER & MÜLLER 1970, S. 301) "charakterisieren die Onkolithe im marinen Bereich die tieferen Teile des Wattenmeeres mit behafter Wasserbewegung und den Küstenstreifen unterhalb des mittleren Niedrigwassers", während andererseits BAUSCH (1963) und HILLER (1964) bei Onkoiden in den Schwammbiohermen des süddeutschen Malms noch eine Tiefe bis zu 70m für möglich halten. Für Flachwasserverhältnisse spricht auch die Lagenweise relativ reiche benthonische Fauna, die hauptsächlich aus Echinodermenschutt, Brachiopoden, Schwammnadeln und Foraminiferen besteht. Die wichtigsten Meerestiefen-Anzeigen sind darunter die Brachiopoden und Schwammnadeln. Erstere haben ihre größte Verbreitung im Schelf-Bereich (5,4). Von besonderem Interesse ist das Auftreten der Lobothyriden, die nur in dieser Fazies gefunden wurden und nach AGER (1965, S.144-148) am Boden sehr flacher transgredierender Meere vorkommen, zusammen mit der Gattung Prionorhynchia, die auch in den kieseligen Kalken auftritt und nach AGER (s. oben) tiefere Meeresbereiche anzeigt. Sie sprechen für die bathymetrische Einordnung der massigen Kalke in geringere Tiefen als die der kieseligen Gesteine.

Die Schwammnadeln, die weit überwiegend zu den Monactinelliden (5,2) gehören, deuten ebenfalls auf einen Flachwasser-Bereich hin. Ähnliche Hinweise geben die übrigen epibenthonischen Faunenanteile wie Foraminiferen (allen voran die Lituoliden und Milioliden) und Holothurien. Für die Ermittlung der Mindesttiefe gibt das Fehlen der Stockkorallen - die bevorzugt im sehr flachen Wasser (0-20m) leben und noch im Oberrätkalk sehr häufig sind - gewisse Anhaltspunkte. Trübes Wasser kann - im Gegensatz zu allen anderen Fazies des Lias - hier nicht als Erklärung herangezogen werden, da der Tonanteil der massigen Kalke sehr gering ist. Auch klimatische Gründe (etwa zu niedere Wassertemperatur) kommen kaum in Frage, da wenigstens vom mittleren Lias ab die Temperaturen ähnliche Werte erreichten wie im Rät (vergl. FABRICIUS 1970). So bleibt als einfachste Deutung die Annahme einer größeren Tiefe von 20m, während als Maximum höchstens ca. 100m vermutet werden können.

Mit diesen Angaben über die Wassertiefe läßt sich auch die Faziesentwicklung - vor allem in der Vertikalen - gut vereinbaren. So kann der massige Kalk als einziges Gestein des Lias im Gebiet transgressiv über Hauptdolomit lagern und entwickelt sich zum Hangenden (Oberjura) stets in tonreichere rote Knollenkalke weiter, während in allen übrigen Faziesbereichen über dem Lias und Dogger der Malm als Radiolarit - sicher eine Ablagerung tieferen Wassers - entwickelt ist. Ähnliches gilt für die massigen Kalke am Südflügel der Hochlerch-Silleck-Mulde, die über kieseligen Gesteinen lagern. Weiter im Süden ("Eingefallene Wand") zeigen die aus Oberrätkalken hervorgehenden Hierlatzkalke, die hier nur den unteren Lias vertreten, deutlich eine Zunahme des Tongehaltes mit der Wassertiefe an. Sie sind in ihren tieferen Lagen noch heller (weißlich) und reicher an Brachiopoden wie die massigen Kalke weiter im Norden, woraus auf eine geringere Ablagerungstiefe geschlossen werden könnte.

Zum Hangenden werden sie zunehmend bunt, tonhaltig und leiten in Fleckenkalke - als Ablagerung größerer Wassertiefe - über.

Hinweise über Wasserströmungen gibt, neben den bereits erwähnten Onkoiden, vor allem die Vergesellschaftung von Milioliden und Lituoliden, die in den Kalken häufig auftreten. Nach FÜCHTBAUER & MÜLLER (1970, S.415) ist diese Vergesellschaftung - allerdings mit Dasycladaceen - bezeichnet für "Bewegte-Flachsee".

Auf das Substrat läßt sich aus der epibenthonischen Faunengemeinschaft schließen: ähnliche Verhältnisse wie in den Echinodermen-Schuttkalk-Arealen. Berücksichtigt man noch die Zunahme der Brachiopoden und Holothurien, so ist eine weitere Verfestigung des Bodens möglich.

6.3 Zusammenfassung

Fazies und Fossilinhalt der Gesteine im Arbeitsgebiet sowie ihre Entwicklungstendenzen ermöglichen Angaben über die Ablagerungsbedingungen, vor allem bezüglich Wassertiefe, Strömungen, Durchlüftung und Substrat (siehe Übersichtsskizze Abb. 2 und 3).

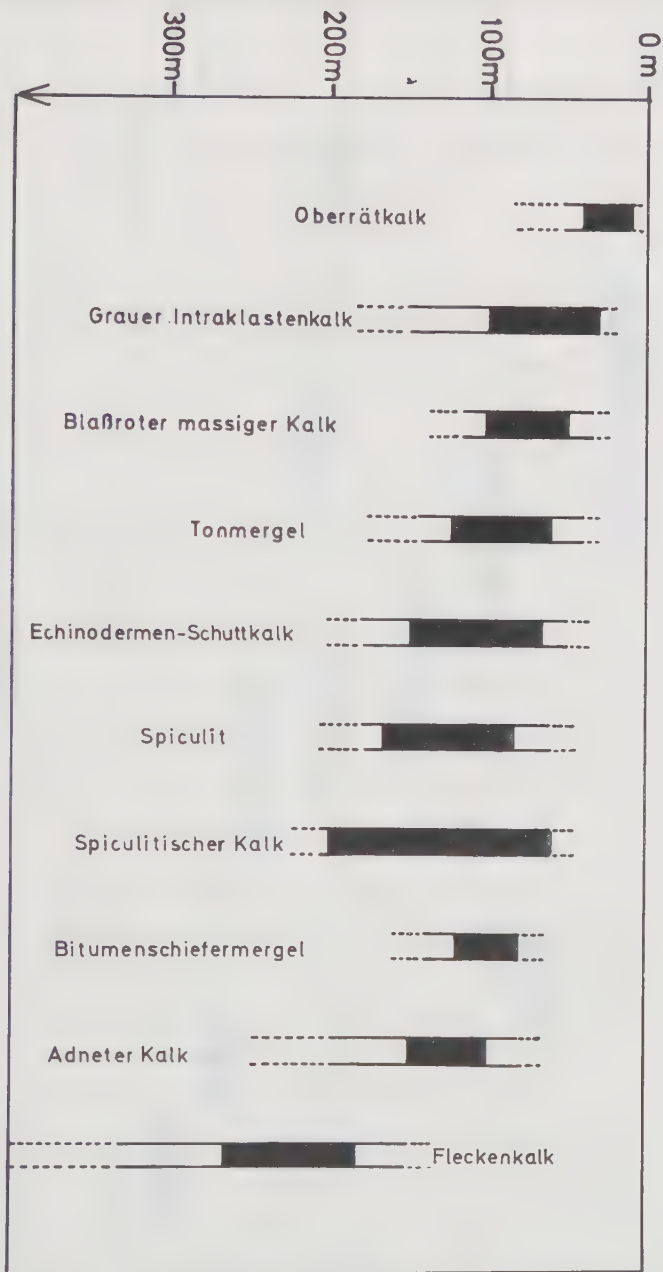
Es handelt sich vorwiegend um Flachwassersedimente einer Ablagerungstiefe von mehr als 20m, nur untergeordnet Sedimente eines tieferen Bereichs bis höchstens 400m. Eindeutige Tiefsee-Ablagerungen fehlen. Als Gesteine der seichtesten Bereiche müssen in der Graufazies die grauen Lamellibranchiaten-Kalke, in der roten Fazies die massigen Kalke aufgefaßt werden (Tiefen < 100m), während die größte Meerestiefe durch die Fleckenkalke repräsentiert wird (bis ca. 400m). Auf geringste Wasserbewegungen weisen die Bitumenmergel hin, auf die - relativ - stärkste die roten massigen Kalke.

Die Durchlüftung - mit den Strömungen in engem Zusammenhang - ist sehr unterschiedlich. Auf der einen Seite stehen Gesteine in stagnierenden Bereichen, in denen nicht nur das Sediment, sondern

auch das bodennahe Wasser sauerstofffrei waren (Bitumenmergel), auf der anderen Seite rote Kalke (Adneter-Kalk, massiger Kalk), bei denen auch das Sediment noch durchlüftet war. Bei der Mehrzahl der Faziesbildungen - z.B. graue Kalke, Fleckenkalke, Spiculite usw. - reichte die Durchlüftung noch bis zum Meeresboden, aber nicht mehr ins tiefere Sediment. Die Beschaffenheit des Substrats bewegt sich zwischen "schlammig" (Tonmergel, Fleckenmergel) und relativ fest (rote massige Kalke).

Klima- und Salinitätsschwankungen dürften auf die Faziesdifferenzierung der Gesteine im Gebiet keine nennenswerten Einflüsse gehabt haben. Das Auftreten der stenohalinen Gruppen wie Brachiopoden, Cephalopoden und Echinodermen in allen liassischen Gesteinen belegt anhaltend vollmarine Verhältnisse. Auch für Klima-Änderungen ergaben sich keine eindeutigen Hinweise. Das Fehlen der Stockkorallen in allen Gesteinen - einschließlich der tonarmen, massigen Kalke - läßt sich vor allem auf ihre Ablagerungstiefe zurückführen.

Anordnung der Gesteine nach der Ablagerungstiefe



Anordnung der Gesteine nach den Strömungen

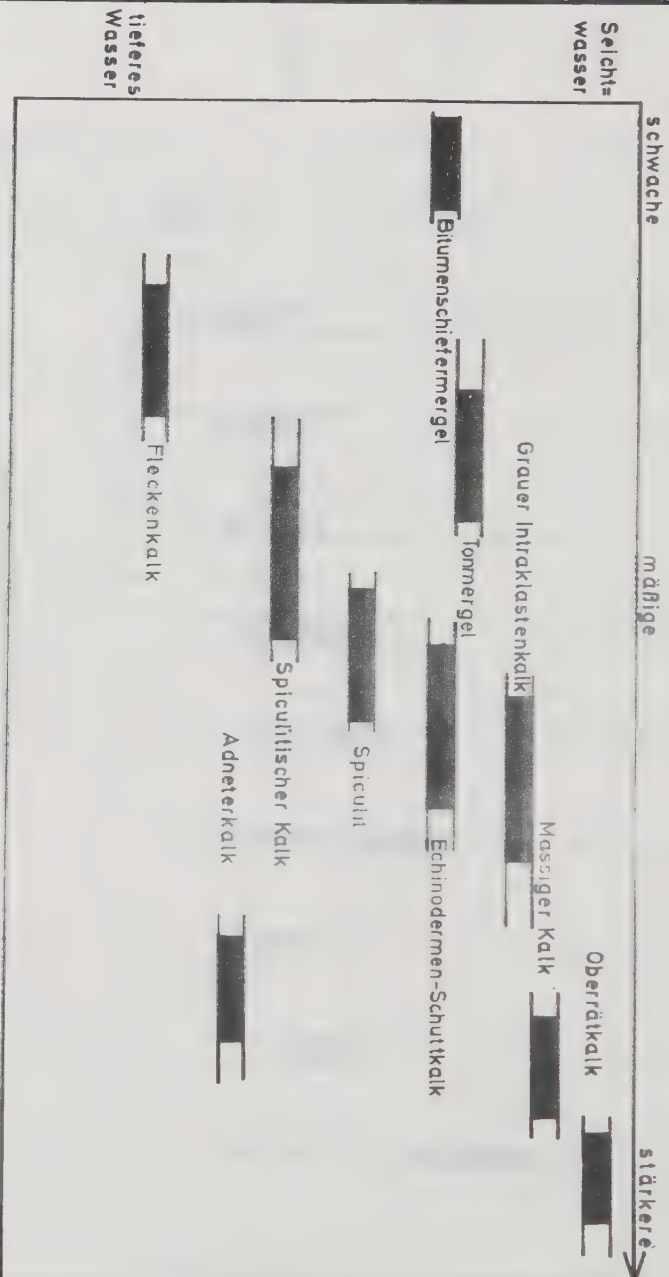


ABBILDUNG 3

7. PALÄO GEOGRAPHISCHE INTERPRETATION

Einleitung

Im folgenden wird versucht, mit Hilfe der Lithofazies- und Faunen-Verteilung im Arbeitsgebiet einen paläogeographischen Überblick über seine einzelnen Sedimentationsgebiete und -räume (vergl. 4) zu geben.

Neben der momentanen Situation im gesamten Gebiet zu einer bestimmten Zeit soll auch versucht werden, die paläogeographische Entwicklung der einzelnen Sedimentationsgebiete (-räume) innerhalb des Lias zu rekonstruieren. Der Versuch muß allerdings unvollkommen bleiben, da der Lias - vor allem der höhere - in großen Teilen des Arbeitsgebietes abgetragen ist und für diese daher nur Vermutungen, die auf Beobachtungen an noch erhaltenen Sedimenten im Arbeitsgebiet selbst und in benachbarten Räumen basieren, angestellt werden können.

7.1 Das Liegende

Das Liegende des Lias im Arbeitsgebiet besteht zum größten Teil aus rätischen Gesteinen. Ausnahmen bieten lediglich einige langgestreckte Areale sowohl in der südlichen Allgäu-Einheit als auch in der nördlichen Lechtal-Einheit, wo der Hauptdolomit die Unterlage der jurassischen Gesteine bildet.

Im Bereich der nördlichen Allgäu-Einheit liegt das Rät in der Fazies der Kössener Schichten vor und leitet in ähnlicher Ausbildung in den unteren Lias über. Die Kössener Schichten sind bereits in der Literatur (FABRICIUS 1966) als lagunäre Flachsee-Ablagerungen interpretiert worden. Darauf weisen die vorherrschenden Lamellibranchiaten (z. T. Schillbänke), Brachiopoden usw. hin. Wassertiefe und

Zufuhr von terrigenem Material dürften größer als in den Bildungsräumen des Oberrätalkes (s. unten) gewesen sein. Für die Bereiche mit vorwiegender Lamellibranchiatenfauna kann - in Anlehnung an ZIEGLER (1967, S. 448) - eine Meerestiefe von etwa 20-50m, kaum wesentlich höher, angenommen werden.

Im südlichen Teil der Allgäu-Einheit (südlich der Mehrenthaler-Wand) stellt sich im höheren Teil des Räts eine dickbankige, helle Kalksteinfazies ein, die starke Anklänge an die typischen Oberrätkalke zeigt.

Im Mehrenthaler-Wand-Bereich wie auch in großen Arealen im nördlichen Teil der südlich anschließenden Lechtal-Einheit bildet die Unterlage der jurassischen Gesteinen der Hauptdolomit (Nor). Wahrscheinlich wurden auch hier die rätischen Gesteine ursprünglich abgelagert, aber noch vor der Sedimentation der Jura-Schichten wieder abgetragen.

Für dieses sekundäre Fehlen spricht vor allem die - über weite Strecken zu verfolgende - m.o.w. einheitliche Sedimentation der gesamten Trias einschließlich des Räts im gesamten bayerisch-tirolischen Kalkalpen-Ablagerungsraum. Auch in unmittelbarer Nähe der Gebiete, wo heute Jura auf Hauptdolomit lagert, lassen sich keine nennenswerten, auf diese hin ausgerichteten Faziesänderungen erkennen. Hinweise geben auch ganz allgemein die paläogeographischen Verhältnisse an der Trias-Jura-Grenze. So liegen an der Basis des Lias gelegentlich Aufarbeitungshorizonte (Breccien), die eine gewisse Abtragung der Trias-Schichten im Liegenden belegen. Andererseits setzt die Sedimentation der Lias-Schichten nicht überall gleichzeitig ein und spiegelt durch ihren - verglichen mit der Trias viel lebhafteren - Fazieswechsel eine erhebliche Zunahme der Geodynamik im alpinen Raume wieder. Das alles läßt eine sekundäre Abtragung als am wahrscheinlichsten annehmen. Ob sie submarin oder festländisch erfolgte, läßt sich nur schwer entscheiden, da absolut verlässliche Anzeichen einer Landwerdung (stärkeres Relief, Reste von Böden, usw.) nicht erhalten ge-

blieben sind. Berücksichtigt man die Mächtigkeiten der abgetragenen, sicher schon verfestigten, rätischen Schichten einerseits, und die Karsterscheinungen an der Basis der massigen Kalke am Ost- rand der Silleck-Mulde andererseits, so ist allerdings eine vorwiegend festländische Abtragung leichter vorstellbar.

In allen übrigen Teilen der Lechtal-Einheit, wo rätische Gesteine unter den Lias-Schichten noch erhalten geblieben sind, liegen sie ziemlich einheitlich in der Fazies des Oberrätkalks vor. Wahrscheinlich wurde dieser innerhalb der gesamten Lechtal-Einheit im Arbeitsgebiet abgelagert. Auf geringe Reliefunterschiede weisen neben faziellen Differenzierungen (FRANZ 1966) auch Mächtigkeits-Schwankungen hin.

Solche Schwankungen sind vor allem in N-S-, daneben auch in E-W-Richtung erkennbar. Die größten Werte (bis > 200m) liegen im Südflügel der Oberwössener Mulde (vergl. FRANZ 1959, S.17).

Ablagerungsmilieu des Oberrätkalks mit seinen verschiedenen Fazies- Typen (organogener Riffkalk, pseudoolithischer Riffschuttkalk, Bioherm- bzw. "back-reef"-Ausbildung) war ein flaches, gut durchlüftetes Meer mit sehr geringer Zufuhr von terrigenem Material. Die Wassertiefe war sicher geringer als im Bildungsbereich der Kössener Schichten (Algen, Oolite, usw. - vergl. FRANZ 1966-); sie mag zeitweise nur wenige Meter betragen haben.

Für die Fazies der untersten Liasgesteine bilden die paläogeographischen Verhältnisse der rätischen Unterlage eine gewisse Vorzeichnung, die allerdings schon sehr frühzeitig durch die im Lias einsetzende Dynamik überlagert wird (vor allem im Bereich der Lechtal-Einheit).

7.2 Hettangium - unteres Sinemurium

Mit dem Beginn¹⁾ des Lias erfolgte im Bereich der gesamten nörd-

1) siehe Beilage 2

lichen Allgäu-Einheit eine dem Liegenden (Kössener Schichten) m.o.w. ähnliche Faziesentwicklung. Mächtige graue Partikelkalke (Fossilkalke, Intraklasten-Kalke, Quarz führende Kalke) und Tonmergel beherrschen das Bild, wobei vom Liegenden zum Hangenden der kalkige Anteil zunimmt, bis schließlich im unteren Sinemurium die ersten Fleckenmergel und -kalke erscheinen. Die größte Mächtigkeit ist im Bereich der Zinn-Kopf-Mulde (Sedimentationsraum I3) anzutreffen, während gegen Norden und Osten geringer mächtige Schichten, im höheren unteren Sinemurium mit roten Sedimenten zur Ablagerung kamen.

Diese Faziesentwicklung deutet zunächst (Hettangium) auf ein Flachmeer (wahrscheinlich $< 100\text{m}$) mit relativ geringen Strömungen und reduzierenden Verhältnissen im Sediment. Der Meeresboden läßt im weiteren Verlauf eine kräftig absinkende Tendenz erkennen, die ihre größte Geschwindigkeit im Bereich der Zinn-Kopf-Mulde erreichte und von der Sedimentation nicht ausgeglichen werden konnte, so daß die Meerestiefe stets zunahm. Damit läßt sich auch die deutliche Strömungsabnahme (Abnahme der Intraklasten, Übergang in Fleckenmergel) im Zusammenhang bringen.

Im Norden und Osten waren Absenkungsgeschwindigkeit und Meeres-tiefe geringer, was zur Ausbildung eines flachen Reliefs innerhalb der nördlichen Allgäu-Einheit führte. In diesen Gebieten herrschten - wenigstens zeitweise - stärkere Strömungen, wodurch es zu einer guten Durchlüftung auch des Meeresbodens (und damit zur Entstehung roter Sedimente) kam.

Auch im Beckenbereich (Zinn-Kopf-Mulde) gab es zeitweise eine stärkere Wasserbewegung, wofür z.B. die am Nordflügel der Zinn-Kopf-Mulde eingeschaltete graue Echinodermenschuttkalk-Bank spricht.

Im südlichen Teil der Allgäu-Einheit (Sedimentationsgebiete II und III) folgen über den hellen rätischen Riffkalken grobgebankte bis massige rote Kalke, die stellenweise stark mit Echinodermenschutt angerei-

chert sind, und wesentlich geringere Mächtigkeiten als die weiter nördlich abgelagerten grauen Gesteine aufweisen.

Diese Faziesentwicklung läßt auf ein flacheres Meer mit stärkeren Wasserströmungen, die für eine gute Durchlüftung auch des Meeresbodens und somit für die Erhaltung der primären roten Farben sorgen, schließen.

Eine ähnliche Situation ist auch im größten Teil der Lechtal-Einheit (außer dem Bereich Hochfelln - Farnboden Alm - Thorau Bach) erkennbar. Man kann ein ausgedehntes Seichtwassergebiet, das sowohl die südliche Allgäu-Einheit als auch große Flächen der nördlichen Lechtal-Einheit einnahm, annehmen.

Auf etwas tiefere Bereiche innerhalb dieses flachen Meeres weisen graue Echinodermen-Schuttkalke und dunkle kieselige Kalke, die reduzierende Bodenverhältnisse anzeigen, in dem oben erwähnten Gebiet zwischen Hochfelln und Thorau Bach hin.

Gegen Süden zu entwickelten sich aus dem Liegenden Oberrätkalk sehr unterschiedliche Faziestypen: zunächst dunkelgraue heterogene Feinschuttkalke, die in hellere, graue oder gelblich-grünliche Kalke mit stellenweise stärkerer Echinodermenschutt-Anreicherung und Hornsteinknollen sowie roten Mergellagen mit grünlich-violetten Einschaltungen übergehen (Basisgesteine am Südflügel der Hochlerch-Silleck-Mulde); weiter südlich dann die weitverbreiteten dunkelgrauen Hornstein führenden Kalke des Hochgern-Haaralpschneid-Bereichs (Sedimentationsgebiet V).

Die unmittelbar an den massigen roten Kalk südwärts angrenzenden Basisgesteine deuten auf ein lebhafteres Relief im Übergangsbereich des nördlichen Seichtwassergebietes zu dem etwas tieferen Meer im Süden, charakterisiert durch geringere Wasserströmungen und reduzierende Bedingungen im Boden.

Im südlichen Teil der Lechtal-Einheit wird der liegende Oberrätkalk

stets von roten, grobgebankten bis massigen Kalken mit unterschiedlichem Anteil an Echinodermenschutt (Sedimentationsgebiet VI und im überwiegenden südlichen Teil des Sedimentationsgebietes VII) oder - mit Hiatus und Aufarbeitungshorizonte - von gut gebankten, stellenweise ebenfalls Echinodermenschutt führenden, roten Kalken (mittlerer Bereich des Sedimentationsgebietes VII), die zum Hangenden in typische Adneter-Kalke und schließlich (Semicostatum-Zone) in Fleckenkalk übergehen, überlagert.

Diese Faziesentwicklung läßt auf einen wieder flacheren Meeresbereich in der gesamten südlichen Lechtal-Einheit schließen. Die geringsten Wassertiefen, verbunden mit stärkeren Strömungen dürften im nördlichen und südlichen Teil aufgetreten sein, während sich im mittleren Bereich eine relativ rasche Absenkung, ähnlich wie in der nördlichsten Allgäu-Einheit (Zinn-Kopf-Mulde) erkennen läßt. Sie führt gegen Ende des unteren Sinemuriums zur Ausbildung von Fleckenkalken, die eine größere Wassertiefe (wahrscheinlich 200-400m) anzeigen.

Eine unterschiedliche Meerestiefe vom südlichen zum mittleren Bereich des Synklinoriums vermutet FRANZ (1966, S.84) bereits für das Rät ("Schwellenzone" im Gebiet des Lackenberg-"Sattels"). Allerdings hat sich das Gebiet stärkerer Absenkung im Lias weiter nach Norden verlagert.

7.3 Oberes Sinemurium

Mit Beginn des oberen Sinemuriums¹⁾ zeichnet sich im nördlichen Teil der Allgäu-Einheit eine deutlichere Fazies- und Mächtigkeitsdifferenzierung ab. Während im Bereich der Zinn-Kopf-Mulde und im nördlichsten Gebiet (Sedimentationsraum I1) weiterhin Fleckenkalke in immer typischerer Ausbildung sedimentiert werden, treten in dem zwischengelagerten Sedimentationsraum I2 und teilweise dem unmittelbar anschließenden Teil des Sedimentationsraumes I3 rote Kalke in einer der Adneter-Fazies ähnlichen Ausbildung auf.

1) siehe Beilage 3

Die ausgeprägte Faziesdifferenzierung läßt vor allem auf ein deutlicheres Bodenrelief mit der größten Senkungsintensität im gesamten westlichen sowie den südlichsten und nördlichsten Gebieten schließen.

Im Bereich der südlichen Allgäu-Einheit bleibt das Seichtwassergebiet nur wenig verändert erhalten. Bemerkenswert ist eine etwas stärkere Anreicherung von Echinodermen, vor allem im südlichsten Teil.

In der nördlichen Lechtal-Einheit (Sedimentationsgebiet IV) greifen die roten massigen Kalke weiter gegen Süden vor und überlagern - z.B. am Südflügel der Hochlerch-Silleck-Mulde - die dort verbreiteten, Hornstein führenden grauen Basisgesteine. Noch weiter südlich (Sedimentationsgebiet V) gehen die Hornsteinkalke fast überall in Fleckenkalke über.

Damit zeichnet sich in der nördlichen Lechtal-Einheit eine Ausweitung des Seichtwassergebietes mit "Schwellenkalk"-Sedimentation gegen Süden, z.B. auf dem Südflügel der Hochlerch-Silleck-Mulde, ab. Das stärker differenzierte Bodenrelief der vorangegangenen Zeit (Hettangium - unteres Sinemurium) wird damit wesentlich ausgeglichener. Während aber die Meerestiefe im nördlichen Teil - mit Ausnahme der Senke zwischen Hochfelln und Thorau B. - sehr gering bleibt, wird sie weiter im Süden (Sedimentationsgebiet V) zunehmend größer. In diesem Bereich mit schlecht durchlüftetem, schlammigem Boden lagern sich jetzt die grauen Gesteine (Hornsteinkalke und Fleckenkalke) verbreitet ab. Gegen Ende des Sinemuriums weist das Meer die größten Tiefen und auch die größten Tiefen-Unterschiede in der gesamten nördlichen Lechtal-Einheit auf. Auch in der genannten Senke zwischen Hochfelln und Thorau B. kam es noch zur Sedimentation von Fleckenkalken.

Weiter gegen Süden (Sedimentationsgebiet VI) werden die hellen massigen Kalke des tieferen Lias von bunten, stark mit Echinodermen-

schutt angereicherten Kalken überlagert. Auch in diesem Bereich macht sich jetzt eine stärkere Absenkung der bisher existierenden Schwelle bemerkbar.

In der südlichen Lechtal-Einheit (Sedimentationsgebiet VII) ist eine ähnliche Faziesdifferenzierung zu beobachten, hier jedoch noch deutlicher ausgeprägt als in der nördlichen Allgäu-Einheit.

Während im südlichen Teil das Flachwassergebiet mit Sedimentation von Knollen- und Echinodermenschutt-Kalken nahezu unverändert besteht, nimmt im mittleren Teil die starke Absenkung des Meeresbodens noch zu (Sedimentation typischer, tonreicher Fleckenkalke). Sie beeinflusst auch noch den nördlichen Teil, wo die bisher abgelagerten Echinodermen-Schuttkalke jetzt - wenigstens stellenweise - durch Adneter-Kalke als Sediment eines tieferen Meeres abgelöst werden.

7.4 Unteres Pliensbachium

Während des unteren Pliensbachiums¹⁾ haben sich die Verhältnisse in der nördlichen Allgäu-Einheit gegenüber der vorangegangenen Zeit kaum geändert. Lediglich die stärkere Absenkung des Meeresbodens in den bereits erwähnten Gebieten (Zinn-Kopf-Mulde, usw.) erreicht jetzt ihre größten Werte und damit das Meer seine größte Tiefe. Es herrschen sehr geringe Strömungen und im schlammigen Meeresboden bestehen weiterhin reduzierende Verhältnisse, während in dem zwischenliegenden Flachwassergebiet die Ablagerung gut durchlüfteten (roten) Bodensediments zunächst weiter geht, später auch hier - bei stärkerer Absenkung - durch Sedimentation von Fleckenkalken abgelöst wird.

In der südlichen Allgäu-Einheit zeichnet sich jedoch eine starke Einengung des Flachmeeres auf den Bereich der Mehrenthaler-Wand ab, der somit zu einer langgestreckten Schwelle wird.

Südlich davon herrscht ein stärkeres Relief, das auf eine unterschied-

1) siehe Beilage 4

liche, aber im gesamten südlichen Bereich erkennbare Absenkung zurückgeht. Sie ist im Westen am stärksten (blaugraue Fleckenmergel), im Osten uneinheitlich und schwächer (unterschiedliche, meist graue Echinodermen-Schuttkalke mit Hornsteinen).

Das Flachmeer im nördlichen Bereich der Lechtal-Einheit läßt keine wesentliche Veränderung erkennen. Ob das Senkungsgebiet zwischen Hochfelln und Thorau B. weiterhin bestand, läßt sich nicht sagen, da hier keine liassischen Gesteine mehr erhalten geblieben sind. Möglicherweise hatte es dieselbe Entwicklung wie der weiter südlich anschließende Bereich (Sedimentationsgebiet V).

Hier zeigt das bisher tiefere Meer eine deutliche Verflachung mit stärkeren Strömungen (Echinodermen-Schuttkalke), die für relativ gute Durchlüftung sorgten und die Entstehung von Echinodermen-Rasen begünstigten.

Die bereits in vorangegangener Zeit erkennbare stärkere Absenkung der Schwelle im südlich angeschlossenen Bereich (Sedimentationsgebiet VI) nimmt im unteren Pliensbachium weiter zu und erreicht ihr Maximum. In einem tieferen Meer mit schlammigem und schlecht durchlüftetem Boden werden jetzt auch hier Fleckenkalke abgelagert.

In der südlichen Lechtal-Einheit (Sedimentationsgebiet VII) ist zunächst noch keine wesentliche Änderung erkennbar. Erst im höheren unteren Pliensbachium zeichnet sich ein Fazieswechsel ab. Im westlichen Teil des mittleren Synklinoriums (Sedimentationsraum VII2) kann auf die Entwicklung nur durch Vergleich mit den westlich anschließenden Nachbargebieten geschlossen werden, da für die betreffenden Übergangsschichten keine Aufschlüsse bestehen. Möglicherweise greift - wie im südlichen Geigelstein-Gebiet (MÜLLER 1965) - die rote Knollenflaserkalkfazies wiederum auf den Nordrandbereich der Fleckenkalk-Areale über, während der Fazieswechsel zum oberen Pliensbachium im mittleren Bereich kontinuierlich erfolgte, wie es HOLLAUS (1965) für die westliche Fortsetzung der Oberwössener

den Verhältnisse aber auf den schlammigen Meeresboden beschränken, so daß kein Faulschlamm entstehen kann.

In dem nun folgenden Gebiet maximaler Absenkung des Sedimentationsraumes 13 (Zinn-Kopf-Mulde, usw.) ist die Meerestiefe ebenfalls noch relativ groß, aber läßt auf eine kontinuierliche Verflachung schließen, die gegen Osten am deutlichsten erkennbar ist (geringer mächtige Fleckenkalke im Westen, Hornstein führende Kalke im mittleren Teil - N-Hocherb-Alm -, dunkle Mergel im Osten). Die spiculitischen Kalke des Hocherb-Alm-Gebietes zeigen bereits deutliche Anklänge an die Gesteine im südlichsten Teil der Allgäu-Einheit (Sedimentationsgebiet III) und weisen auf beginnende Auflösung einer Barre hin, die als östliche Verlängerung der Mehrenthaler-Wand-Schwelle aufzufassen ist. Von diesem Zeitraum ab macht sich nur noch der Flachmeer-Schwellenbereich der Mehrenthaler-Wand im Westen als Fazies-scheide zwischen den Ablagerungen tieferer Meeresbereiche nördlich und südlich davon bemerkbar.

Während im nördlichsten Teil der Lechtal-Einheit (Sedimentationsgebiet IV) keine Änderung des Flachmeeres erkennbar ist, zeichnet sich gegen Süden (Sedimentationsgebiet V) eine weitere, kontinuierliche Verflachung ab: die bisher grauen Echinodermen-Schuttkalke werden hellgelblich, grobspätiger und führen keine Hornsteine mehr. Dies läßt auf bessere Durchlüftung und Zunahme der Strömungen schließen.

Dasselbe gilt für das weiter südlich folgende Sedimentationsgebiet VI, wo die maximale Meerestiefe des vorangegangenen Zeitraums kontinuierlich wieder abnimmt und zur Ablagerung spiculitischer Kalke führt.

Auch in der südlichen Lechtal-Einheit (Sedimentationsgebiet VII) macht sich eine generelle Abnahme der Wassertiefe bemerkbar, so daß man für keinen Bereich mehr von einem tieferen Meer (mit Fleckenkalk-Sedimentation) sprechen kann. Allerdings lassen

sich Reliefunterschiede, wenn auch nicht mehr so deutlich wie in vorangegangener Zeit, auch jetzt noch erkennen. Im mittleren Teil dürfte das flacher gewordene und etwas besser durchlüftete Meer über weite Strecken mit seinen hellgrauen Spiculiten und Echinodermen-Schuttkalke immer noch tiefer gewesen sein als in den nördlichen und südlichen Bereichen, wo jetzt grünlich-violette und rötliche Echinodermen-Schuttkalke, die stellenweise auch rote Hornsteine führen, gebildet werden. Im Osten des nördlichen Bereichs setzt sich örtlich die Ablagerung der roten Knollenkalke weiter fort, was - gegenüber der näheren Umgebung - auf etwas größere Wassertiefe, aber ebenfalls sehr gute Durchlüftung schließen läßt. Die Absenkung des Meeresbodens ist trotz der geringen Tiefe beachtlich, ganz besonders wiederum im mittleren Bereich, wo Gesteinsmächtigkeiten von über 100m erreicht werden. Sie sind durch eine hohe Sedimentationsrate der überwiegend organogenen Partikel (Schwammnadeln, Echinodermenreste) erklärbar.

7.6 Unteres Toarcium

Im nördlichen Randbereich der Allgäu-Einheit (Sedimentationsraum I2) können nur im Westen (E-Avenhausen) Aussagen anhand sicherer Grundlagen über die Paläogeographie gemacht werden, da weiter östlich die entsprechenden Gesteine unterdrückt bzw. nicht aufgeschlossen sind. In diesem Gebiet nimmt die Stagnation des Meeres gegenüber der vorangegangenen Zeit noch zu und es entsteht feingeschichteter Faulschlamm. Der Übergang der dunklen Oberplienbachium-Mergelkalke in dunkle Bitumen-Schiefermergel spricht für eine weitere Abnahme der Meerestiefe. Auffallend sind die starken Parellelen zu den Verhältnissen im germanischen Becken zur gleichen Zeit.¹⁾

Der südlich anschließende Hauptbereich der nördlichen Allgäu-Einheit (Sedimentationsraum I3) mit seiner größeren Wassertiefe läßt eine deutliche Differenzierung in W-E-Richtung erkennen. Im Westen - unmittelbar nördlich der Mehrenthaler-Wand-Schwelle - zeigen

1) siehe Beilage 6

Hornsteinfleckenkalke nur eine langsame Verflachung des hier noch tieferen Meeres mit seinem schlammigen Boden an. Im östlichen Teil zeichnet sich durch gelbliche Echinodermen-Schuttkalke ein flacheres, besser durchlüftetes Meeresgebiet ab, das auch dem gesamten Raum der südlichen Allgäu-Einheit (Sedimentationsgebiet III) einnimmt.

Eine weitere Abnahme der Meerestiefe macht sich auch im Bereich der nördlichen Lechtal-Einheit - südlich der Seichtwassergebiete mit weiter anhaltender Sedimentation der roten massigen Kalke - bemerkbar. Die gelblichen Echinodermen-Schuttkalke des Sedimentationsgebietes V werden zunächst bräunlich und gehen zum Hangenden in dünngeschichtete mergelige violett-rötliche Feinschuttkalke über. Diese gegen Ende des unteren Toarciums gebildeten Gesteine zeigen oxydierende Verhältnisse erstmals auch im Meeresboden an.

Im südlich anschließenden Raum (Sedimentationsgebiet VI) konnte höherer Lias zwar nicht nachgewiesen werden, dürfte aber noch in den mächtigen Hornstein führenden Fleckenkalken mit enthalten sein, deren Kieselsäuregehalt zum Hangenden zunimmt. Meerestiefe und Ablagerungsbedingungen waren vermutlich denen im Westteil der nördlichen Allgäu-Einheit (Sedimentationsraum I3) sehr ähnlich.

Im Bereich der südlichen Lechtal-Einheit nahm bereits in vorangegangener Zeit die Meerestiefe ab, während sich mit Beginn des Toarciums wieder eine Senkungstendenz erkennen läßt. Im nördlichen und südlichen Gebiet (Sedimentationsräume VII1 und VII3) zeigen die zunächst abgelagerten grünlichen und roten Echinodermenschuttkalke keine wesentlichen Änderungen von Meerestiefe und Durchlüftung an. Sie werden noch im Laufe des unteren Toarciums durch rote Adneter-Fazies abgelöst, die auf zunehmend bessere Durchlüftung hinweist. Im mittleren Gebiet (Sedimentationsraum VII2)

führt die erneut einsetzende Absenkung bei minimaler Wasserbewegung zunächst zu verbreiteter Stagnation mit Sauerstoffmangel in Bodennähe und somit zum Absatz feingeschichteten Faulschlamms (Bitumenschiefer-Mergel). Es ergeben sich so starke Parallelen zum Nordrand der Allgäu-Einheit. Später nimmt auch hier die Durchlüftung langsam wieder zu, so daß jetzt bitumenfreie dunkle Mergel und Kalke abgelagert werden.

7.7 Oberes Toarcium und Hangendes

Am Nordrand der Allgäu-Einheit (Sedimentationsraum I2) lassen die Gesteine des Obertoarciums¹⁾ mit Hangendem auf unterschiedliche Meerestiefen und Ablagerungsbedingungen in W-E-Richtung schließen. Im Westen herrschen im Meeresboden nach der Faulschlamm-bildung zunächst kurzzeitig oxydierende Verhältnisse (rote Tonmergellage). Später zeigen graue, spiculitische Echinodermen-Schuttkalke im Hangenden wieder reduzierendes Milieu im Bodensediment an, wobei aber keine Stagnation mehr eintritt. Im östlichen Bereich werden zur gleichen Zeit helle Fleckenkalke abgelagert, die auf größere Wassertiefe hinweisen.

Das tiefere Meer im Westteil des südlich angrenzenden Gebiets (Zinn-Kopf-Mulde), läßt eine weitere langsame Verflachung erkennen, während im Ostteil des Sedimentationsraumes (I3) und im gesamten Bereich der südlichen Allgäu-Einheit (Sedimentationsgebiet III) der allmähliche Übergang der bisher abgelagerten gelblichen Echinodermen-Schuttkalke in spiculitische Kalke auf eine langsam einsetzende Absenkung hinweist. Eine Ausnahme bildet das Gebiet nördlich der Hoherb-Alm, wo die gelblichen Echinodermen-Schuttkalke in rötliche überleiten und eine weitere Verflachung des Meeres mit besserer Sauerstoffzufuhr vermuten lassen. Diese Entwicklung setzt sich auch im Hangenden fort.

Ein ähnliches Bild bietet sich in der nördlichen Lechtal-Einheit

1) siehe Beilage 7

- südlich der weiterhin bestehenden Seichtwassergebiete - im Sedimentationsgebiet V. Hier folgen über der dünngeschichteten, violettroten Lage, mächtige, blaßrote Echinodermen-Schuttkalke, die auf weitere Abnahme der Wassertiefe, stärkere Strömungen und gute Durchlüftung schließen lassen.

Weiter im Süden können erst wieder für die südliche Lechtal-Einheit (Sedimentationsgebiet VII) Aussagen gemacht werden. Mit Ausnahme kleiner Areale, wo Flachmeerbedingungen mit Sedimentation von Knollenflaserkalken weiter anhalten, macht sich im nördlichen und südlichen Gebiet (Sedimentationsräume VIII1 und VII3) vom unteren Dogger ab eine langsam zunehmende Absenkung bemerkbar, die zur Ablagerung grauer Hornsteinkalke führt. Im mittleren Bereich (Sedimentationsraum VII2) wird die Meerestiefe - wie die Zunahme der Hornsteinführung in den grauen, fleckigen Kalken zeigt - wieder etwas geringer, bleibt aber immer noch größer als im Norden und Süden.

7.8 Zusammenfassung

Betrachtet man die Abfolge der liassischen Gesteine in Zeit und Raum, so zeichnen sich deutlich länger beständige Fazies-Gebiete mit Sedimenten tieferen und flacheren Wassers ab, die auch in ihrer Mächtigkeit sehr verschieden sind. Sie gestatten eine Gliederung des Arbeitsgebietes in tiefere Becken mit Sedimentation mächtiger grauer Gesteine und in Seichtwasser-Areale mit Ablagerung geringmächtiger roter massiger Kalke oder Knollenflaserkalke.

Der tiefste Becken-Bereich mit anhaltender Sedimentation grauer Tone, Mergel und Fleckenkalke zeichnet sich im Gebiet der nördlichen Allgäu-Einheit ab. Er zeigt während des ganzen Lias eine kräftige Absenkung, die im mittleren Lias ihre größten Werte -

vor allem im Westen - erreicht und zu einem Maximum der Meerestiefe führt. Im späteren Verlauf nehmen Absenkung und Wassertiefe ebenso allmählich wieder ab, so das sich eine monozyklische Entwicklungstendenz für den ganzen Lias ergibt.

Diesem tieferen Meeresbereich schließt sich gegen Süden ein größeres Seichtwasser-Gebiet an, das die Räume sowohl der südlichen Allgäu- als auch der nördlichen Lechtal-Einheit einnimmt. In diesem Bereich läßt sich eine gewisse "Vorzeichnung" schon während des Räts erkennen, die aber bereits zu Beginn des Lias von der einsetzenden Geodynamik der jurassischen Zeit überlagert wird. Das wenig gegliederte rätische Flachmeer zieht sich an der Wende zum Jura von einzelnen langgestreckten Schwellenzonen ganz zurück. Während einer kurzen Festlandszeit werden hier die Sedimente bis zum Hauptdolomit herab abgetragen.

In den Flachmeerbereichen außerhalb dieser "Schwellen" im Süden (nördliche Lechtal-Einheit) beginnt etwa zur selben Zeit die Sedimentation grauer, an Schwammnadeln reicher Gesteine.

Wenig später werden die Schwellen zunehmend wieder überflutet, und es setzt, auch in den randlichen Spongienkalk-Gesteinen des Südens, die Ablagerung roter, massiger Flachwasserkalke ein. Das etwas lebhaftere Relief an der Trias/Jura-Wende ist jetzt wieder weitgehend ausgeglichen.

Bereits gegen Ende des unteren Lias beginnt das Gebiet der südlichen Allgäu-Einheit wieder stärker abzusinken, wodurch die rote Flachwasser-Fazies auf das Gebiet der langgestreckten Mehrenthaler-Wand-Schwelle - wo ihre Ablagerung bis in den Dogger anhält - zurückgedrängt wird. Wie im Gebiet der nördlichen Einheit werden jetzt graue Gesteine sedimentiert, die aber - infolge geringerer Wassertiefe - vorwiegend aus Echinodermen-Schuttkalken bestehen. Während im Westen die Mehrenthaler Schwelle eine deutliche Faziesscheide zum nördlichen Beckenbereich bildet, geht ihr

Einfluß im Osten mehr und mehr zurück und verliert sich während des oberen Lias ganz.

Im Gebiet der nördlichen Lechtal-Einheit hält die Ablagerung der roten, massigen Flachwasserkalke - mit Ausnahme einer langgestreckten Senke im Bereich Hochfelln - unterer Thorau Bach, wo sich die Sedimentation schwammnadelreicher Gesteine weiterhin behaupten kann - einheitlich bis über den Lias hinaus an.

Südlich dieses großen wenig gegliederten Flachwassergebietes zeichnet sich wieder ein Becken-Bereich mit zunächst grauen kieselig-kalkigen Sedimenten ab, der seine maximale Wassertiefe bereits an der Wende Unter-/Mittellias erreicht und ebenso wie der nördliche Beckenbereich (nördliche Allgäu-Einheit) in einer monozyklisch verlaufenden Sekungstendenz gegen den höheren Lias wieder verflacht. Auch hier kommt es jetzt - wie im Bereich der südlichen Allgäu-Einheit - bei geringer Meerestiefe zu stärkeren Wasserbewegungen, die zur Ansiedlung von Echinodermenrasen führen und gegen Ende des Lias sogar oxydierende Verhältnisse auch im Bodensediment auslösen.

Weiter gegen Süden schließt ein ausgedehntes Flachmeergebiet mit geringer Sedimentation, guter Durchlüftung und oxydierenden Verhältnissen auch im Bodensediment (rote Gesteine) an, das aber bereits gegen Ende des unteren Lias eine Gliederung in Bereiche mit flacherem und tieferem Wasser erkennen läßt.

So deutet sich die Entwicklung eines tieferen Beckens - das wahrscheinlich zu dem oben beschriebenen enge Beziehungen aufweist - am Nordrand des tiefliassischen Flachwasserbereiches an (Sedimentationsraum VI).

In der weiteren Entwicklung jedoch zeichnet sich eine starke Differenzierung. Starke Absenkung führt hier zur Ablagerung grauer Gesteine, wobei das Maximum der Wassertiefe bereits im unteren

Mittellias erreicht wird. Wie im nördlich anschließenden Becken kommt es - als Anzeichen einer monozyklischen Sekungstendenz - später wieder zu einer Verflachung, jedoch weniger ausgeprägt als dort.

Ein weiteres Becken entwickelt sich im mittleren Bereich der südlichen Lechtal-Einheit (Sedimentationsgebiet VII). Es zeigt vom tiefen Lias ab eine eigene Entwicklung, die weit über die Grenzen des Arbeitsgebietes nach Westen zu verfolgen ist. Seine kräftige Absenkung macht sich durch mächtige graue Sedimente bemerkbar, die im Gegensatz zum Norden eine dizyklische Entwicklungstendenz erkennen lassen. Maximale Meerestiefen werden im untersten Mittellias und wieder im obersten Lias erreicht. Südlich und nördlich dieses Beckens bleibt das tiefliassische Flachmeer mit seiner Sedimentation roter Knollenflaserkalke (lokal und zeitweise auch roter Echinodermen-Schuttkalk) weiterhin erhalten, lokal bis an die Wende Mittel-Oberjura.

Wie aus dem Überblick über die paläogeographische Entwicklung des Arbeitsgebietes hervorgeht, verlaufen die wichtigen Strukturelemente - "Becken" und "Schwellen" - vorwiegend in West-Ost-Richtung, etwa parallel mit den späteren tektonischen Baueinheiten (Sättel und Mulden), die so eine sedimentäre Vorzeichnung erkennen lassen. Eine strenge Bindung besteht allerdings nicht. So kommen wichtige Faziesgrenzen im Westen und Osten des Gebietes nicht selten in verschiedene tektonische Strukturen zu liegen, und manche Faziesgebiete - z.B. der Schwellenbereich der Mehrenthaler-Wand - zeigen nur eine geringe W-E-Erstreckung.

Die Fazies ändert sich somit vor allem in N-S, aber - geringer ausgeprägt - auch in W-E-Richtung. Ihre Verteilung im Gebiet der Allgäu- und Lechtal-Einheit läßt auch Schlüsse über die ursprüngliche Entfernung des sedimentären Ablagerungsraums dieser tekto-

nischen Struktur-Elemente zu. Zwischen der südlichen Allgäu- und der nördlichen Lechtal-Einheit sind deutliche Faziesparallelen zu beobachten: Seichtwasserablagerungen (z.B. Schwellenkalk), die in beiden Räumen eine sehr ähnliche Entwicklung zeigen. Die ursprüngliche Entfernung ihrer Sedimentationsgebiete braucht nicht wesentlich größer gewesen zu sein als die Mindestüberschiebungsweiten, die aus den Chiemgauer Alpen bekannt sind (z.B. 5km im Gebiet Hochplatte - vergl. GANSS 1967, geol. Karte).

In der uneinheitlichen Faziesentwicklung während des Lias im Arbeitsgebiet spiegeln sich die unterschiedlichen Auswirkungen der Geodynamik wider. Sie macht sich im Süden durch einen dizyklischen Vorgang mit zwei Tiefenmaxima (Wende Sinemurium/Pliensbachium und unteres Toarcium) stärker bemerkbar, während sie im Norden in einer monozyklischen Entwicklung mit einer kräftigen Absenkung, deren Tiefenmaximum an der Wende Sinemurium/Pliensbachium stattfand, auswirkte.

Anklänge an den Südalpen-Raum (z.B. Rotkalk-Fazies) nehmen ganz allgemein gegen Norden ab, solche an den germanischen Bereich (z.B. Fleckenkalke) zu. Diese Entwicklung vollzieht sich aber nicht streng kontinuierlich. So zeigen sich starke Anklänge an den germanischen Bereich (dunkle Tonmergel, Fleckenkalke, "Posidonien-Schichten") auch in Becken-Arealen des südlichen Arbeitsgebietes, während andererseits Anklänge an den südalpinen Bereich (z.B. Rotkalk-Fazies) vollkommen isoliert auch im Norden vorkommen.

In ähnlicher Weise gilt dies für die Fauna, deren mediterrane Formen (z.B. Phylloceraten, Lytoceraten) gegen Süden allgemein häufiger aufzutreten scheinen.

8. ZUSAMMENFASSUNG UND WICHTIGSTE ERGEBNISSE

Die faziell sehr verschiedenen Gesteine des unteren Jura im Arbeitsgebiet lassen sich vor allem in N-S-Richtung unterschiedlichen Sedimentationsgebieten und -räumen mit verschiedenen paläogeographischen Entwicklungstendenzen zuordnen.

Detaillierte Aufnahmen zahlreicher Profile und die Auswertung der umfangreichen aufgesammelten Faunen ermöglichten in weiten Bereichen eine wesentliche Verfeinerung der bisherigen stratigraphischen Gliederungen.

Dabei zeigte sich häufig, daß scheinbar abrupte Faziesänderungen - vor allem in W-E-Richtung - zum Teil lediglich durch tektonische Unterdrückung mancher Schichtglieder vorgetäuscht werden, und die fazielle Entwicklung in Wirklichkeit viel kontinuierlicher ist als bisher angenommen wurde.

Im Gebiet der nördlichen Lechtal-Einheit konnte die bisher umstrittene primäre Auflage eines großen Teils der massigen Jurakalke auf Hauptdolomit erstmals eindeutig belegt werden. Die Verbreitung dieser - für die Paläogeographie sehr bedeutenden - Kalke, die bei Kartierungen häufig mit Oberrätkalk verwechselt wurden, ist wesentlich größer als bisher bekannt war.

Auf der Basis petrographischer und palökologischer Untersuchungen unter Berücksichtigung bestimmter Entwicklungstendenzen konnten in erster Näherung Angaben über die Tiefe des Ablagerungsraumes der verschiedenen Gesteinstypen gemacht werden. Es handelt sich überwiegend um Flachwasser-Sedimente, die in Meerestiefen zwischen ca. 50m (z.B. tiefliassische Lamellibranchiatenkalke) und wahrscheinlich ca. 400m (Fleckenkalke) abgelagert wurden.

Die ausgeprägtesten Faziesänderungen erfolgen zu Beginn des Lias, im höheren Untersinemurium, unteren Pliensbachium und an der Wende Unter-/Obertoarcium. Dabei sind während des unteren Pliensbachiums in den Beckenbereichen die größten im Lias erreichten Meerestiefen anzunehmen. Später zeichnet sich eine allgemeine Verflachung ab, die im größten Teil des Gebietes die Lias/Dogger-Wende überdauerte, während im Bereich der südlichen Lechtal-Einheit ein zweites Tiefenmaximum gegen Ende des unteren Toarciums zu verzeichnen ist.

Die uneinheitliche Faziesentwicklung im Lias der mittleren Chiemgauer Alpen läßt die in diesem Raum herrschenden geodynamischen Kräfte klar erkennen. Neben lokalen, relativ kurzfristigen Auswirkungen führten sie im Südtail des Gebietes zu einer dizyklischen Entwicklung mit zwei Tiefenmaxima (Wende Sinemurium/Pliensbachium und unteres Toarcium), während sie sich im Nordteil in einem monozyklischen Vorgang auswirkten, mit einer maximalen Absenkung an der Wende Sinemurium/Unterpliensbachium.

9. LITERATURVERZEICHNIS

A. Allgemein angeführte Schriften

- AGER, D.V. (1965) The Adaptation of Mesozoik Brachiopods to Different Environments. - *Palaeogeography, Palaeoecology*, 1, S.143-172, 7 Abb., Amsterdam-London-New-York.
- AGER, D.V. (1967): Some Mesoz. Brachiop. in the Tethys Region. - *Asp. of Teth. Biogeogr.; The syst. Assoc.*, Publ. No 7, 135-151, 7 Fig., London.
- ALBRECHT, F. (1953): Das Synklinorium zwischen Isar und Schwarzbach. - *Geologica Bavarica* 17, 89-98, 3 Abb., München.
- AMPFERER, O. & KERNER-MARILAUN, F. (1927): Geologische Spezialkarte 1:75,000, Blatt Lofer-St.-Johann, Wien.
- ANGINO, E. (1966): Fractionation of Iron in Recent Carbonate Sediments. - *Geol. Soc. Amer., Program Annual Meetings 1966*, San Francisco, S.6, New York.
- ARLT, H. (1911): Die geologischen Verhältnisse der östlichen Ruhpoldinger Berge mit Rauschberg und Sonntagshorn. - *Landesk. Forsch., hrsg. v.d. geogr. Ges. München*, 12, S.1-50, 1geol. K., München 1911; auch: *Mitt. geogr. Ges. München*, 6, S.337-385, München.
- BARTHEL, K.W. (1969): Die obertithonische, regressive Flachwasser-Phase der Neuburger Folge in Bayern. - *Abh. Bayer. Akad. Wiss. math. naturw., kl.*, N.F. 142, 175 S., 39 Abb., 14 Taf., München.
- BAUSCH, W.M. (1963): Der Obere Malm an der unteren Altmühl, nebst einer Studie über das Riff-Problem. - *Erlanger Geol. Abh.*, H. 49, 38 S.
- BELL, D.C. & GOODEL, H.G. (1967): A comparative study of glauconite and the associated clay fraction in modern marine sediments. - *Sedimentology*, 9, 162-202.
- BLACH, M. (1974): Geologisch-stratigraphische Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Hochfölln-Gebiet. - *Unveröff. Diplom-Arb. Univ. München*, 71 S., 24 Abb., 1 Profiltaf., 1 geol. K., München.

- DEAN, W. T., DONOVAN, D. T., HOWARTH, M. K. (1961): The Liassic ammonite zones and subzones of the north-west european province. - Bull. Brit. Mus., 4, 105, S. 435-505, Taf. 63-75, London.
- DHEIN, A. (1944): Geologie der Alpenrandzone zwischen Marquartstein und Bergen in Oberbayern. - N. Jb. Mineral. usw., Abh., 88, B, S. 176-228, 12 Abb., 3 Taf., 2 Beil., 1 geol. K., Stuttgart.
- DIENER, C. (1925): Grundzüge der Biostratigraphie. - 304 S., 40 Abb., Leipzig und Wien.
- DOBEN, K. (1959): Geologische Untersuchungen östlich Oberwössen (Bl. Reit im Winkl). - Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 34 S., 1 Profiltaf., 1 geol. K., München.
- DOBEN, K. (1970): Geol. Karte von Bayern 1:25000 Erläuterungen zum Bl. Nr. 8241 Ruhpolding. - 154 S., 44 Abb., 1 Geol. Karte, Herausgeber und Verlag: Bayer. Geol. Landesamt, München.
- DONOVAN, D. T. (1954): Synoptic supplement to T. WHRIGHT'S "Monograph on the Lias Ammonites of the British Island". - Monogr. Palaeont. Soc., 54 S., London.
- DONOVAN, D. T. (1967): The Geogr. distrib. of Low. Jur. Ammon. in Europe and Adjacent Areas. - Asp. of the Teth. Biogeogr.; The syst. Assoc., Publ. No 7, 111-134, 4 Fig. London.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional Texture. - In: Classification of carbonate rocks. - Amer. Assoc. Petrol. Geol. Memoir, 1, 102-121.
- EINSELE, G. & MOSEBACH, R. (1955): Zur Petrographie, Fossilhaltung der Gesteine des Posidonienschiefers im Schwäbischen Jura. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 101, 319-430, Stuttgart.
- FABRICIUS, F. H. (1966): Beckensedimentation und Riffbildung an der Wende Trias/Jura in den bayerisch-tiroler Kalkalpen. - Internat. Sediment. Petrgr. Ser., Brill, Leiden, 143pp., 27 Taf.
- FABRICIUS, F. u. a. (1970): Paläotemperaturen und Paläoklima in Obertrias und Lias der Alpen. - Geol. Rundschau, 59, 2, 805-826, 5 Abb., 1 Tab., Stuttgart.

- FECHTER, H. (1970): Seelilien und Haarsterne. - In Grzimeks Tierleben, Bd 3, Kap. 11, S. 285-304, 13 Abb., Kindler Verlag AG, Zürich.
- FISCHER, R. (1971): Lexique Stratigr. Intern., Vo I, Europe, Fasc. 5, Allemagne.
- FISCHER, W. (1961): Über die Bildungsbedingungen der Posidonienschiefer in Süddeutschland. - N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 111, 3, S. 326-340, 5 Abb., Stuttgart.
- FLÜGEL, E. & TIETZ, G.F. (1971): Über die Ursachen der Buntfärbung in Oberrät-Riffkalken (Adnet, Salzburg) 3 Abb. u. 3 Tab. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 139, , 29-42, Stuttgart.
- FLURL, U. (1972): Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz. - 642 S., 4 Tab. München.
- FRANZ, U. (1959): Die Geologie der westl. Oberwössener Mulde sowie der nördl. und südl. angrenzenden Einheiten. - Unveröff. Dipl.-Arbeit, Univ. München, 58 S., 15 Abb., 1 Geol. K., München.
- FRANZ, U. (1966): Die Trias der Oberwössener Mulde (Chiemgauer Alpen). Ein Beitrag zur Stratigraphie und Fazieskunde der Nördlichen Kalkalpen. - Dissertation Univ. München, 102 S., 1 geol. K., 1 Profiltaf., 1 tekt. K., 3 Abb., 7 Taf., München (Fotodruck).
- FRANZ, U. (1967): (in GANSS 1967).
- FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G. (1970): Sediment-Petrologie. Teil II: Sedimente und Sedimentgesteine. - 726 S., 326 Abb., 66 Tab., Stuttgart.
- GALL, H. (1965): Geologisch-paläontologische Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Hochgern-Vorland. - Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 87 S., 4 Abb., 1 Profiltaf., 1 geol. K., München.
- GALL, H. (1970): (in DOBEN 1970).
- GANSS, O. (1967): Erläuterungen zur Geol. Karte von Bayern 1:25000 Blatt Nr. 8240 Marquartstein. - 276 S., 33 Abb., 3 Tab., 3 Beil., München (Bayer. Geol. Landesamt).
- GRIM, R.E. (1951): The Depositional Environment of Red and Green Shales. - J. Sed. Petrol., 21, 4, S. 226-232, Tulsa.

- GÜMBEL, C.W.v. (1861): Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes. - 950 S., 42 Taf., Gotha (J. Perthes).
- HALLAM, A. (1967): Sedimentology am palaeogeographic significance of certain red limestones and assoc. beds in the Lias of the Alpine region. - Scottish Journ. Geology, 3, 2, S. 195-220, 5 Abb., 2 Taf., Edinburgh.
- HARTMANN, M. (1964): Zur Geochemie von Mangan und Eisen in der Ostsee. - Meyniana, 14, S. 3-20, 3 Abb., Kiel.
- HAUER, F.v. (1853): Über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen. - Jb. geol. Reichsanst., 4, 715-784, Wien.
- HELLERER, H.O. (1964): Geologie des Hochkienbergs und seiner Umgebung in den Chiemgauer Alpen. - Unveröff. Dipl.-Arb. TH München, 64 S., 34 Abb., 1 geol. K., 1 Profiltaf., 2 tekt. K., 1 glazialgeol. K., München.
- HILLER, K. (1964): Über die Bank und Schwammfazies des Weißen Jura der Schwübischen Alb (Württemberg). - Arb. Geol.-Pal. Inst. TH Stuttgart, N.F., 40, 190 S.
- HOHENEGGER, J. (1974): Über einfache Gruppierungsmethoden von Fossil-Vergesellschaftungen am Beispiel obertriadischer Foraminiferen. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 146, 3, S. 263-297, 4 Tab., 11 Abb., Stuttgart.
- HOLLAUS, E. (1965): Geologisch-paläontologische Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Hochköpfl-Kar-spitzgebiet östlich von Sachrang. - Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 68 S., 7 Abb., 1 Profiltaf., 1 geol. K., München.
- JACOBESHAGEN, V.v (1964): Lias und Dogger im West-Abschnitt der nördlichen Kalkalpen. - Geologica Romana, Vol. III, pp. 303-318, 13 Abb., 1 Tab.
- JACOBESHAGEN, V.v (1965): Die Allgäu-Schichten (Jura-Fleckenmergel) zwischen Wettersteingebirge und Rhein. - Jb. Geol. B.A., 108, 1-114, 3 Abb., 2 Tab., 5 Photogr., 8 Taf., Wien.
- JORDAN, R. (1974): Salz- und Erdöl/Erdgas-Austritt als Fazies bestimmende Faktoren im Mesozoikum Nord-west-Deutschlands. - Geol. Jb. A 13, 64 S., Hannover.

- KAESTNER, A. (1963): Lehrbuch der Speziellen Zoologie, Teil I: Wirbellose. - S. I-VII u. 9881-1423, 304 Abb., Jena (G. FISCHER).
- KAUFFMAN, E.G. (1969): Bivalvia. Form, Function and Evolutions. In: MOORE, R.C.: Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Vol. 1, Mollusca 6, Bivalvia, N 129 - N 205, Lawrence/Kansas.
- LEHMANN, U. & WEITSCHAT, W. (1973): Zur Anatomie und Ökologie von Ammoniten: Funde von Kropf u. Kiemen. - Paläont. U., 47, 1/2, 69-76, 11 Taf. 1 Abb., Stuttgart.
- LOGAN, B.W., REZAK, R. & GINSBURG, R.N. (1964): Classification and environmental significance of algal stromatolites. - J. Geol., 72, S. 68-83, 5 Abb., 4 Taf., Chicago.
- MATHUR, A. (1967): Geologisch-paläontologische Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Hochlerch-Gebiet. - Unveröff. Dipl.-Arb., Univ. München, 63 S., 14 Abb., 1 Profiltaf., 1 geol. K., München.
- MATHUR, A. (1973): Der untere Lias in der Hochlerch-Silleck-Mulde. - Mitt. Bayer. Staatsamml. Pal. hist. Geol., 13, S. 199-205, 2 Abb., München.
- MATHUR, A. (1974): Der Massige Rote Kalk des Lias und Dogger in der Hochlerch-Silleck-Mulde (Chiemgauer Alpen), 2 Abb. - N. Jb. Geol. Paläont. Mh. Jg. 1974, H. S., 287-293, Stuttgart.
- MÜLLER, D. (1965): Geologisch-paläontologische Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Geigelstein-Roßalpe. - Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 94 S., 6 Abb., 1 Profiltaf., 11 Taf., 1 geol. K., München.
- NÖTH, L. (1926): Der geologische Aufbau des Hochfölln-Hochkienberggebietes. - N. Jb. Min. Geol. Pal., Beil.-Bd. 53, Abt. B, S. 409-510, 1 Profiltaf., 1 geol. K., 3 Abb., Stuttgart.
- PAUL, J. (1970): Sedimentgeologische Untersuchungen im Linski Kanal und vor der istrischen Küste (nördliche Adria). - Göttinger Arb. Geol. Paläont., 7, 75 S., 43 Abb., 25 Tab., Göttingen.
- PLUMLEY, W.J., RISLEY, G.A., GRAVES, R.W.Jr. & KALEY, M.E. (1962): Energy index for limestone interpretation and classification. - Amer. Assoc. Petrol. Geol., Mem. 1 (Classification of carbonate rocks), S. 85-107, 5 Abb., 3 Taf., Tulsa.

- PÖSCHL, A. (1962): Der geol. Bau des Geb. zwischen Urschlauer Ache und Seen-Tal in den Chiemgauer Alpen. - Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München, 61 S., 1 geol. K., 1 Profiltaf., München.
- POKORNY, V. (1958): Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie, II. - 453 S., Abb. 550-1077, Berlin.
- PORRENGA, D.H. (1967): Glaukonite and Chamosite as depth indicators in the marine environment. - Marine Geology, 5, S. 495-501, 4 Abb., Amsterdam-London-New York.
- REID, R.E.H. (1967): Tethys and the Zoogeogr. of some Mod. and Mesoz. Porifera. - Asp. of Teth. Biogeogr.; The syst. Assoc., Publ. No 7, 171-181, 3 Tabl., London.
- RIEBER, H. (1968): Zur Entstehung der Grenzbitumenzone der mittleren Trias der Tessiner Kalkalpen. - Bull. ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. - Ing., Vol. 35, Nr. 87, S. 55-62.
- SANT, J.F. van & LANE N.G. (1969): Crawfordsville (Indiana) Crinoid Studies. - Paleontological contributions, Kansas, Echinodermata, Art. 7, S. 1-136, Taf. 1-8, Textfig. 1-41. The University of Kansas.
- SIMONY, F. (1850): Bericht über die Arbeiten der Sektion V. - Jb. kk. geol. R.-A., 1, S. 651-657, Wien.
- SCHÄFER, W. (1962): Aktno-Paläontologie nach Studien in der Nordsee. - 666 S., 227 Abb., 36 Taf., Frankfurt a. Main.
- SCHMIDT-THOME, P. (1939): Geologische Aufnahme der Alpenrandzone zwischen Bergen und Teisendorf in Oberbayern. - Z. deutsch. geol. Ges., 91, S. 273-289, 3 Abb., 1 K., Stuttgart.
- SCHNITZER, W.A. (1953): Entfärbungshöfe in den Lehrbergschichten des Zenngrundes. - Geol. Bl. NO-Bay. 3, S. 58-64, Erlangen.
- SCHRÖDER, J. (1925): Die jurassischen Fleckenmergel der bayerischen Alpen. - Jb. Min. etc., Abt. B, Beil. - Bd. 52, Stuttgart.
- STANLEY, S.M. (1972): Functional morphology and evolution of byssally attached bivalve mollusk. - J. of Paleontology, 46 2, S. 165-212, 34 Abb., Lawrence/Kansas.

- TRISCHLER, J. (1967): Geologisch-paläont. Untersuchungen in den Chiemgauer Alpen: Hochgern-Gebiet, - Unveröff. Dipl.-Arb. Univ. München 97 S., 1 geol. K., 1 Profiltaf., München.
- VETTERS, H. (1937): Geologische Karte der Bundesrepublik Österreich und der angrenzenden Länder 1:500.000. Wien.
- ZEISS, A. (1968): Untersuchungen zur Paläontologie der Cephalopoden des Unter-Tithon der Südlichen Frankenalb. - Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., N.F., 132, 190 S., 17 Abb., 6 Tab., 27 Taf., München.
- ZIEGLER, B. (1967): Ammoniten-Ökologie am Beispiel des Oberjura. - Geol. Rdsch., 56, S. 439-464, 20 Abb., Stuttgart.
- ZIEGLER, B. (1972): Einführung in die Paläobiologie. - Teil 1: Allgemeine Paläontologie. - 245 S., 249 Abb., Stuttgart (Schweizerbart).

B. Zur Faunenbeschreibung (Cephalopoda)

- ARKELL et al. (1957): Mesozoic Ammonoidea (in: MOORE C.: Treatise on Invertebrate Paleontology L/4, Cephalopoda). - Geol. Soc. Amer. Univ. Cansas Press.
- BETTONI, A. (1900): Fossili Domeriani della provincia di Brescia. - Mem. Soc. Pal. Suisse 27, Genève.
- BLIND, W. (1963): Die Ammoniten des Lias Alpha aus Schwaben, vom Fonsjoch und Breitenberg (Alpen) und ihre Entwicklung. - Paläontogr. (A) 121, 38-131
- BONARELLI, G. (1899): Cefalopodi sinemuriani dell' Appennino Centrale. Pal. Ital. Vol. V.
- BREMER, H. (1965): Zur Ammonitenfauna und Stratigraphie des unteren Lias (Sin. bis Car.) in der Umgebung von Ankara. - N. Jb. Geol. Pal. Abh. 122, 2, S. 127-221, Stuttgart.
- BRUGUIERE, J. G. (1789): Histoire naturelle des Vers. Tome 1, Part of "Encyclopédie Méthodique", Paris.
- BUCKMAN, S. S. (1887-1970): A Monograph of the Ammonites of the "Inferior Oolite Series". - Palaeontogr. Soc. London.

- BUCKMAN, S. S. (1909-1930): Yorkshire Type Ammonites. - Teil I-VI, Text und 717 Taf., London.
- CANAVARI, M. (1882): Beiträge zur Fauna des unteren Lias von Spezia. - Palaeontographica, 29, Cassel.
- CANTALUPPI, G. (1967): Alcune ammoniti domeriane della bassa Valganna (Varesotto). - Atti. Soc. ital. Sci. natur., 106, 3, S. 216-231, Taf. 26-27, Milano.
- DEUTSCHE SUBKOMMISSION FÜR JURA-STRATIGRAPHIE (1973): Die Ammoniten des Schwäb. Jura. - E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- DONOVAN, D. T. (1955): Révision des espèces décrites dans la "Monographie des Ammonites " (Lias Inférieur) de P. REYNES. - Mem. Soc. géol. France, N. S. 73, 455, 2 Taf., Paris.
- DONOVAN, D. T. (1958): The Lower Liassic Ammonite Fauna from the Fossil Bed at Langeneckgrat, near Thun (Median Prealps). - Schweiz. Pal. Abh., 74, 58 S., 7 Taf., Basel.
- DUBAR, G. (1961): Description de quelque Protogrammoceras et Fucineras du Pliensbachien inférieur. - in: Colloque sur le Lias. - Bur. Rech. Géol. Min. Mém. 4, Paris.
- DUMORTIER, E. (1864-1874): Etudes paléontologiques sur les dépôts Jurassiques du Bassin du Rhône. - Paris.
- FISCHER, R. (1972): Protogrammoceras und Fucineras (Ammonoidea) im Lotharingium und Carixium Mittelaltiens. - N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 141, 1, 37-80, Stuttgart.
- FUCINI, A. (1908): Synopsis delle Ammoniti del Medolo. - Ann. Univ. Tosc. Sci. Nat. Mem. 24, Pisa.
- FUCINI, A. (1920-1935): Fossili domeriani dei Dintorni di Taormina. - Palaeontogr. ital. - Pisa.
- GECZY, B. (1967): Ammonoides Jurassiques de Csernye, Mont. Bankony, Hongrie. Part II (excl. Hammatoceratitae). - Geol. Hung., Series Palaeontologica, Fasc. 35, S. 1-413, Taf. I-LXV.
- GEMMELLARO, G. G. (1884): Sui fossili degli strati a Terebratula aspasia. Sci. nat. econ. Gior. (Palermo) 16, pt. 1.

- GEYER, G. (1886): Über die liassischen Cephalopoden der Hierlatz bei Hallstatt. - Abh. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd XII, No. 4, Wien.
- GEYER, G. (1893): Die mittelliasische Cephalopoden, Fauna des Hinter-Schafberges. - Abh. k. k. Geol. Reichsanst. 15, Wien.
- GUERIN-FRANCIATTE, S. (1966): Les Ammonites du Lias inférieur de France, Paris.
- HAUER, F. (1854): Beiträge zur Kenntnis der Heterophyllen der osterr. Alpen. - Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. XII, Wien.
- HERBICH, F. (1878): Das Széklerland. Mitt. Jb. k. g. Ung. geol. Anst. V. 2 S. 107.
- HOWARTH, M. K. (1955): Domesian of the Yorkshire Coast. Proc. Yorks. Geol. Soc., XXX, S. 147-175, Taf. X-XIII.
- HOWARTH, M. K. (1958): A monograph of the Liassic family Amaltheidae in Britain. - Palaeontol. Soc. London.
- HUG, O. (1899): Beiträge zur Kenntnis der Lias und Dogger Ammoniten aus der Zone der Freiburger Alpen. II Die Unter- und Mittelliasische Ammoniten-Fauna von Blumenstein-allmend und Langeneckgrad am Stockhorn. - Abh. schweiz. paläont. Ges. 26, Nr. 3, 39pp.
- HYATT, A. (1889): Genesis of the Apietidae, Washington.
- JAWORSKI, E. (1931): Über *Arnioceras geometricum* OPPEL 1856 und verwandte Spezies; nebst Anhang über *Ammonites natrix* v. SCHLOTHEIM 1820. N. Jb. Min. etc., Beil.-Bd. B 65, 83-130, 4 Abb., 4 Taf., Stuttgart.
- KOVACS, L. (1942): Monographie der Liassischen Ammonites der nördlichen Bakony. - Geol. Hung. Ser. Palaeont. No 17, 220 p., 109 fig., 5 pl., Budapest.
- LANGE, W. (1922): Über den untersten Lias der Herforder Mulde (Pylonoten- und Angulatschichten). - Jb. preuss. geol. Landesanst. 42, 461-471.
- LANGE, W. (1924): Über die Pylonotenstufe und die Ammoniten-fauna des untersten Lias Norddeutschlands. - Jb. d. Preuß. geol. Landesanst. 44, S. 177.
- LANGE, W. (1941): Die Ammoniten der *Psiloceras*-Stufe Norddeutschlands. - Paläontographica, 93, Abt. A, S. 1-187, 138 Abb., 20 Taf., Stuttgart.

- LANGE, W. (1951): Die Schlotheimiinae aus dem Lias Alpha Norddeutschlands. - 20 Taf., 109-166, Paläontographica Bd. 100-101.
- LANGE, W. (1952): Der untere Lias am Fonsjoch (östliches Karwendelgebirge) und seine Ammonitenfauna. - Ibid. (A) 102, 49-162.
- MENECHINI, G. (1867-81): Monographie des fossiles du Calcaire Rouge Ammonitique (Lias Supérieur) de Lombardie et de l'Appennin central. - Paléontologie Lombarde, Milano.
- MENECHINI, G. (1886): Fossiles du medolo. - Appendice a la Monographie des Fossiles du calcaire rouge Ammonitique de Lombardie, Milan.
- MERLA, G. (1933): Ammoniti giuresi dell' Appennino Centrale. I. Hildoceratidae. - Palaeont. Italica, Vol. XXXIII (Nuova Ser. Vol. III).
- MONTFORT, D. de (1808): Conchyliologie systématique et classification méthodique des Coquilles. Vol. 1, Paris.
- NEGRI, L. (1936): Revisione delle Ammoniti liassische della Lombardia occidentale. - Palaeont. Ital. V. 36, S. 1-57, Taf. I-IV, 25 Abb.
- NEUMAYR, M. (1879): Zur Kenntniss der Fauna des untersten Lias in den Nordalpen. Abh. kk. geol. Reichsanst. 7/5, 46 S.
- OPPEL, A. (1853): Der mittlere Lias Schwabens. Württembergische naturw. Jahreshften X, Stuttgart.
- OPPEL, A. (1956-58): Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. - Jahreshft Ver. Vaterländ. Naturk. Württemberg, 12-14, Stuttgart.
- OPPEL, A. (1862): Über jurassische Cephalopoden. - Paläontol. Mitt. Mus. Kgl. Bayer. Staat., Stuttgart.
- D'ORBIGNY, A. (1842-49): Paléontologie Française. Terrains Jurassiques. Céphalopodes. Paris.
- PIA, J. von (1914): Untersuchungen über die Gattung Oxynoticeras und einige damit zusammenhängende allgemeine Fragen. Abh. k.k. Reichsanst. Wien.
- QUENSTEDT, F. A. (1852): Handbuch d. Petrefactenkunde.
- QUENSTEDT, F. A. (1858): Der Jura. - 842 S., 103 Taf., 42 Abb., Tübingen (Laupp).

- RATH, G. v. (1868): Geognostisch-mineralog. Fragmente aus Italien. II Teil. VII. Die Berge von Campiglia i. d. Toskanischen Maremne. - Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 20, Berlin.
- REYNES, P. (1868): Essai de géologie et paléontologie Aveyronnaies, Paris.
- REYNES, P. (1879): Monographie des Ammonites. Lias. Paris.
- SALFELD, H. (1919): Über die Ausgestaltung der Lobenlinie bei Jura- und Kreide- Ammonoiden. - Nachr. der Ges. d. Wissenschaften, Göttingen.
- SOWERBY, J. (1812-1822): The Mineral Conchology of Great Britain. - 4 Bde, 337 Taf., London (Arding).
- SIMPSON, M. (1884): The Fossils of the Yorkshire Lias, 2nd Edit. London.
- SCHRÖDER, J. (1926-27): Die Ammoniten der jurassischen Fleckenmergel der Bayerischen Alpen. - Paläontographica 68-69, S. 214-238, Stuttgart.
- STUR, D. (1851): Die liassischen Kalksteingebilde von Hirtenberg und Enzesfeld, Jb. der geol. Reichsanstalt, II, 3. Heft, S. 26, Wien.
- TRUEMAN, A.E. & WILLIAMS, D.M. (1925): Studies in the ammonites of the family Echioceratidae, Edinburgh.
- WAAGEN, W. (1869): Die Formenreihe des Ammonites subradiatus. - Geogn. Pal. Beiträge 2, München.
- WÄHNER, F. v. (1882-98): Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des unteren Lias in den Nordöstlichen Alpen. - Beitr. z. Paläont. Österreich-Ungarns und des Orients, Wien.
- WISSNER, U. (1958): Ammonitenfauna und Stratigraphie der Lias-Fleckenmergel, Sinemurian bis Domerian in den Bayerischen Alpen. - Inaug.-Diss. der Univ. Tübingen, 150 S., 40 Abb., 11 Taf., Tübingen (unveröff. Manuskript).
- WRIGHT, Th. (1878): Monograph of the Lias Ammonites of the British Islands, Palaeontogr. Soc. London.
- YOUNG, G. & BIRD, J. (1828): A Geological Survey of the Yorkshire Coast, Whitby.
- ZIETEN, C.H. (1830): Die Versteinerungen Württembergs, Stuttgart.

ANHANG

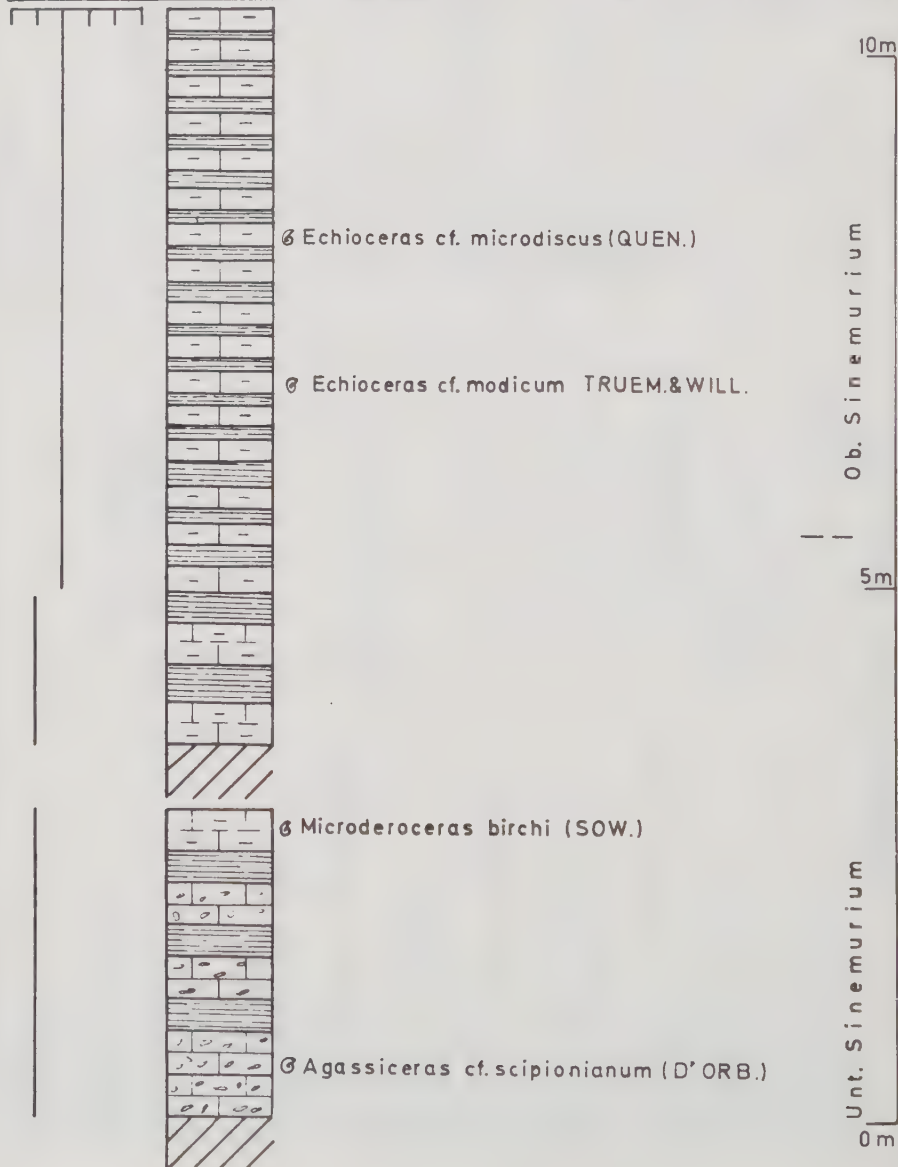
SEDIMENTATIONSRAUM-II

Lok.: Maximilianshütte (I)

PROFILTAFEL I

(s. Legende vor Profiltaf. I)

Farbe	Gest.-Ausb.	Leitfossilien	Stufe
-------	-------------	---------------	-------



SEDIMENTATIONSRAUM-12

Lok.: E-Avenhausen (2)



Ø Dactyloceras sp.

Ob. Pliensbachium

Lok.: Hochfeln-Weg II (7)



Ø Pleuroceras sp.

Ø Amaltheus sp.

Ø Pleuroceras spinatum (BRUG.)

Ob. Pliensbachium

Ø Pleuroceras spinatum (BRUG.)

0m 1m 25m

PROFILTADEL 2 (s. Legende vor Profiltafel 1)

Lok.: Einfang-I (4)



Ø ? Paltrarpites sp.

Ø Protophormoceras cf. curtonii (MGN)

Ø Tropidoceras cf. massenianum (D'ORB)

Ø Uptonia cf. jamesoni (SOW)

Ø Paltechioceras sp.

Ø Echioceras sp.

Ob. Pliensbachium

Ob. Sinemurium

12m

Lok.: Einfang-II (5) 1:50



Ø Euasteroceras sp.

Ø Arnioceras oppeli GUE-FRA.

Ob. Sinemurium

Ob. Sin.

1m

0m

SEDIMENTATIONSRAUM-13

(N-BEREICH)

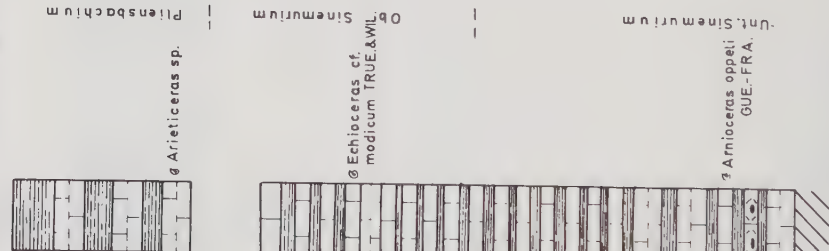
Lok.: S-Einöd (II)

Farbe Gest.-Ausb. Leitfossilien Stufe



Lok.: Engelstein (I6)

Farbe Gest.-Ausb. Leitfossilien Stufe

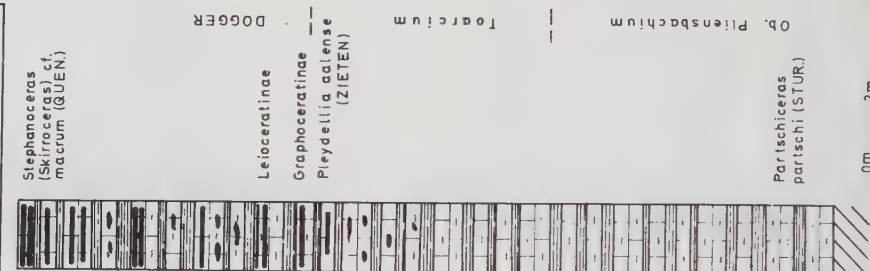


PROFILTADEL 3

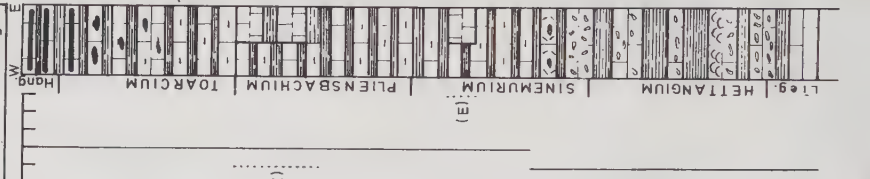
(s. Legende vor Profiltafel)

Lok.: Mehrenthaler-Weg (I5)

Farbe Gest.-Ausb. Leitfossilien Stufe



Farbe Faziesfolge



5m

2m

0m

5m

10m

0m

SEDIMENTATIONSRAUM I3

(5. BEREICH)

Lok.: Kreuz-Graben (I3)

Lok.: N-Hocherb A¹¹ (I7)

Lok.: Haargab-Graben (I8)

Farbe	Gest.-Ausb.	Leitfossilien	Stufe
-------	-------------	---------------	-------

Farbe	Gest.-Ausb.	Leitfossilien	Stufe
-------	-------------	---------------	-------

Farbe	Gest.-Ausb.	Leitfossilien	Stufe
-------	-------------	---------------	-------

Farbe	Faziesfolge
-------	-------------

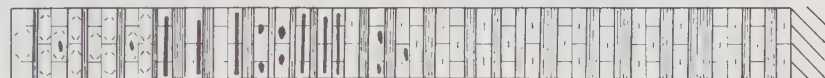


Amioceras sp

? Epammonites [a-
fusulatus (QUEN)]
Untl. Sineuriu

Schlotheimia angu-
lata (SCHOT)

Hettangium



(Harpoceras sp.)

Lytoceras cf
fimbriatoides (GEM.)

Toarcium

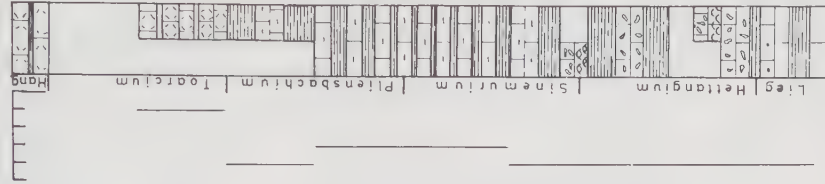
Ob. Pliensbachium



Amattheus mar-
garitatus MON

Arietoceras alga-
vianum (OPPEL)

Toarcium



1) Im ob Pliensb. Übergang zum
Sedimentationsraum III



PROFILTADEL 4 (s. Legende vor Profiltafel I)

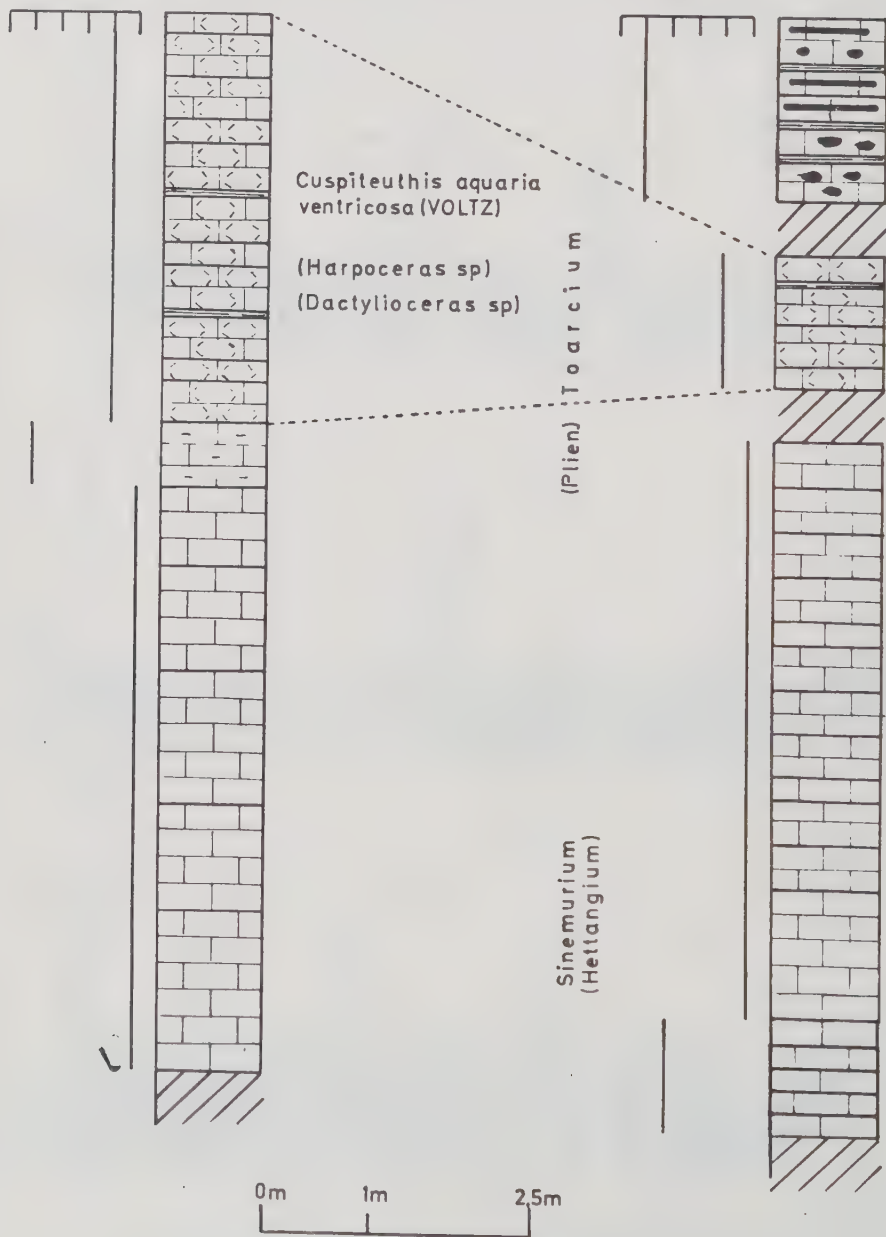
SEDIMENTATIONSGEBIET III

PROFILTADEL 5
(s. Legende vor Profiltafel)

Lok.: N-Kobel-Wand (26)

Lok.: N-Rotwand I-Kopf (27)

Farbe	Gest.-Ausb.	Leitfossilien	Stufe	Farbe	Gest.-Ausb.
-------	-------------	---------------	-------	-------	-------------

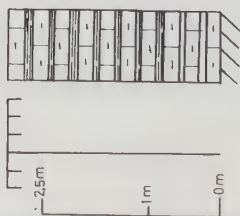


SEDIMENTATIONS GEBIET - V

PROFILTADEL 7
(s. Legendé vor Profilat. 3)

Lok.: Bergw.-Hütte-Hochgerg-Haus (43) - II

Farbe Gest.Ausb. Leitfossilien Stufe



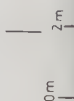
Ob.Sinemurium



(Schlotheimia sp.)

Unt. Sinem.

Hettangium



Lok.: SE-Haardip-Kratzel-Schneid (45) - I

Farbe Gest.Ausb. Leitfossilien Stufe



Ob.Sinemurium

Unt. Sin.

Hettangium

(Schlotheimia sp.)



II

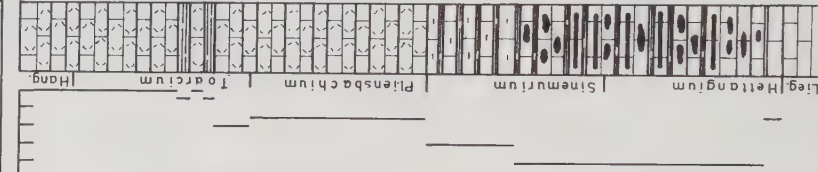
Farbe Gest.Ausb. Leitfossilien Stufe



(Hildoceras sp.)

Toarcium

Pliensbachium



Lieg. Hettangium Sinemurium Pliensbachium Toarcium Hang

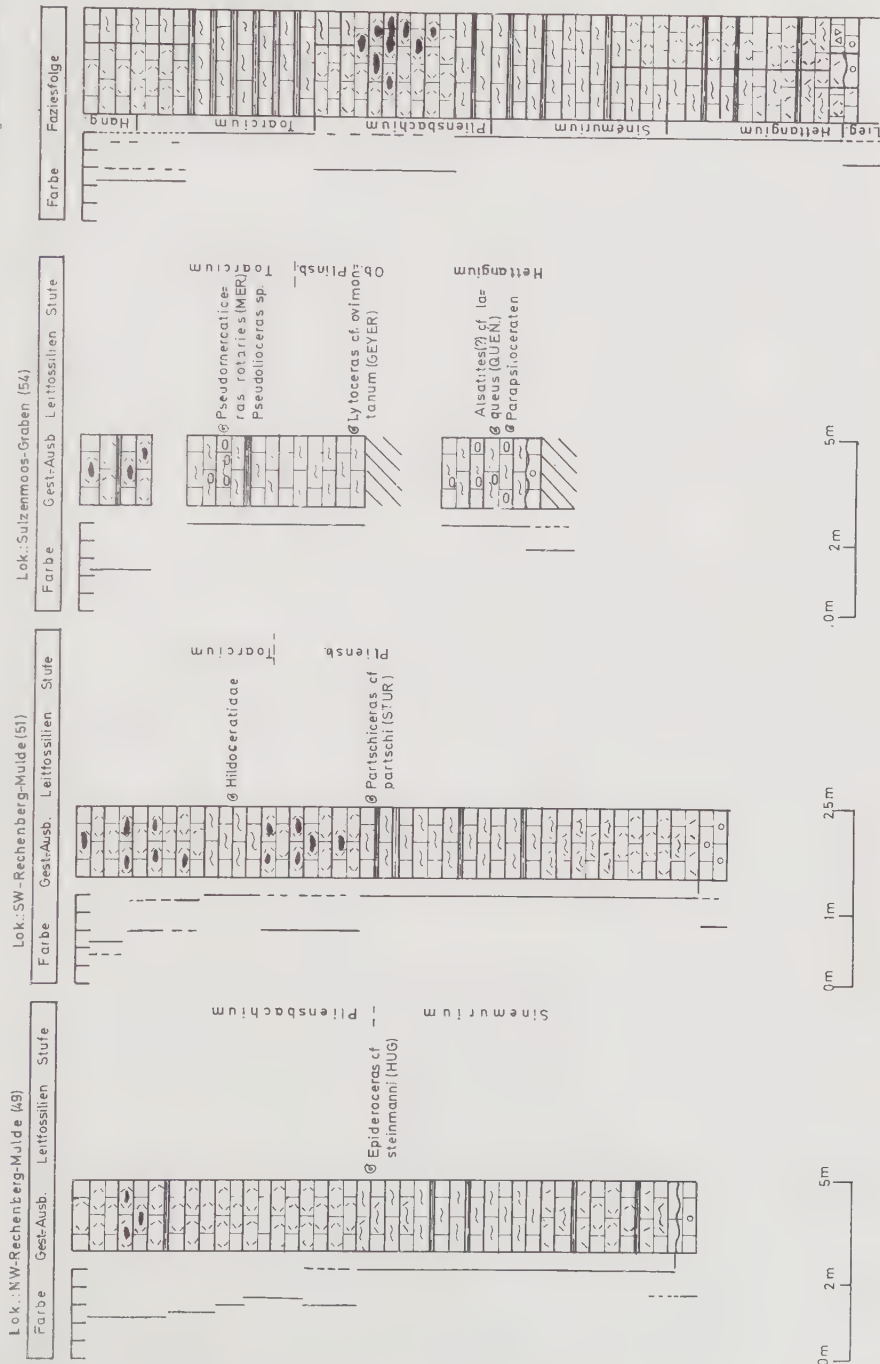
Farbe Faziesfolge



SEDIMENTATIONSRAUM-VIII1

PROFILTA FEL 8

(s. Legende vor Profiltaf. 1)



Erläuterung zu Tafel 1

- Fig. 1 : Grauer intraklastischer Kalk von der Lokalität S-Einöd (11). Die weitgehend sammelkristallisierte Matrix enthält zahlreiche eingeregelter Fossilreste: Foraminiferen, Lamellibranchiatenschalen, Holothurienrädchen und Echinodermenschutt. 0,5 m
- Fig. 2 : Quarz führender intraklastischer Kalk von der Lokalität Kreuz-Graben (13). Das Gestein ist von zahlreichen Quarzkörnern durchsetzt und läßt Molluskenschalenreste erkennen. 1 m
- Fig. 3 : Quarz führender intraklastischer Kalk von der gleichen Lokalität, stärker vergrößert. Neben den kantigen Quarzkörnern und Intraklasten (schwärzlich) erkennt man Echinodermenreste (Holothurienrädchen). 0,5 m

Fig. 1

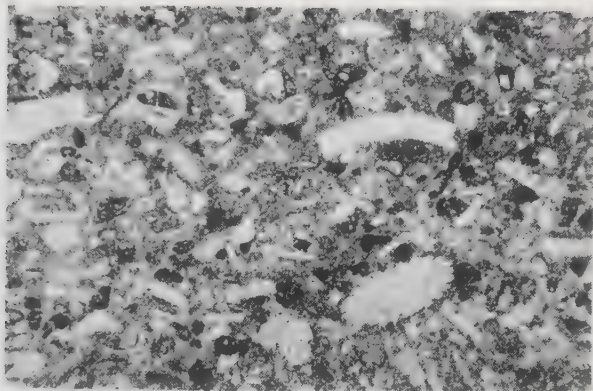


Fig. 2

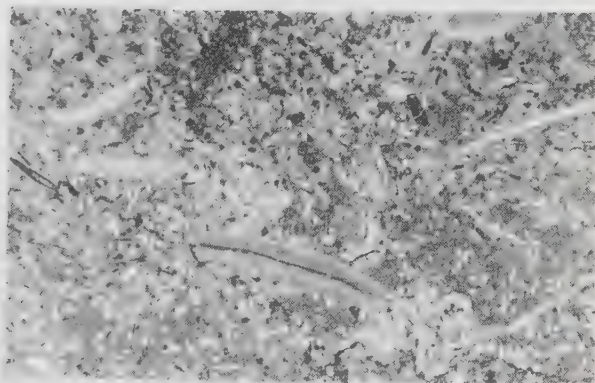
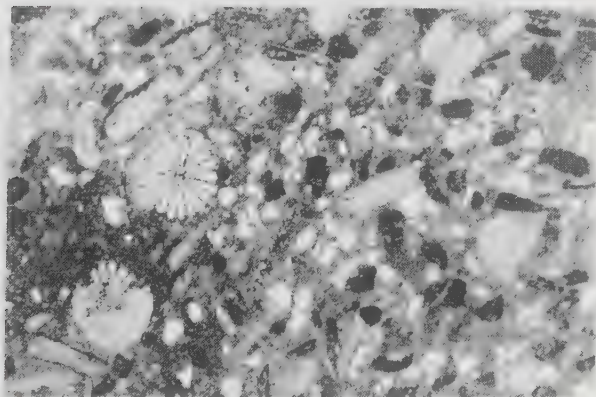


Fig. 3



Erläuterung zu Tafel 2

Fig. 1 : Bitumenschiefermergel ("Posidonien-Schiefer") von der Lokalität Langwiese (63). Das feingeschichtete Gestein wird von zahlreichen Radiolarien durchsetzt.

0,5 m

Fig. 2 : Adneter Kalk (Basal-Fazies) von der Lokalität Sulzenmoos-Graben (54). Charakteristische Ausbildung der untersten Lagen der roten Liaskalke über Oberrätkalk. Die kaum sammelkristallisierte Matrix enthält massenhaft benthonische Foraminiferen (Nodosariidae) sowie Echinodermenschutt. 0,5 m .

Fig. 3 : Adneter Kalk (Normal-Fazies) der Lokalität SW-Rechenberg-Mulde (52). Das tonhaltige Gestein mit Resedimentationserscheinungen enthält nur etwas Fossilschutt (vor allem Echinodermenreste). 0,5 m

Fig. 1

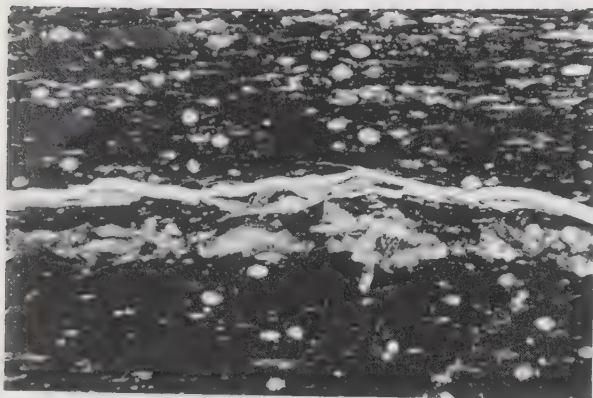


Fig. 2

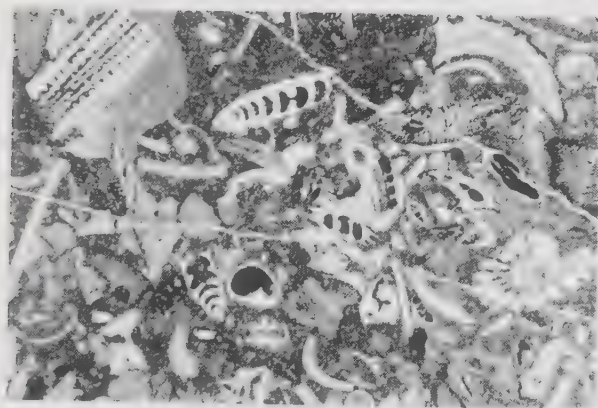
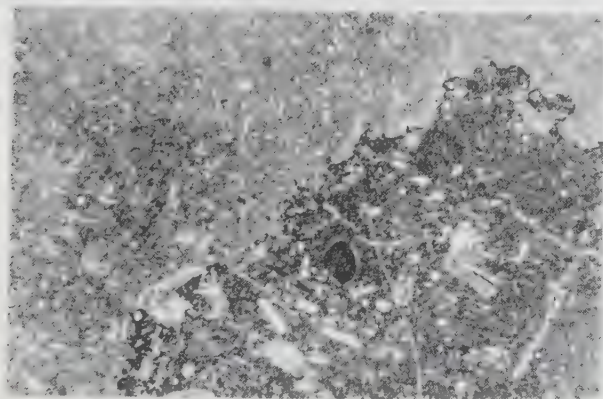


Fig. 3



Erläuterung zu Tafel 3

Fig. 1 : Roter grobspätiger Echinodermen-Schuttkalk von der Lokalität SW-Moos-Kessel (42). Der biogene Kalkstein setzt sich fast ausschließlich aus gut erhaltenen Crinoidenstielgliedern, die teilweise miteinander verbunden sind, zusammen. 1 m

Fig. 2 : Roter grobspätiger Echinodermen-Schuttkalk von derselben Lokalität, stärker vergrößert. Während ein Teil der Echinodermenreste die charakteristische Siebstruktur aufweist, zeigen andere eine stärkere Umkristallisation. 0,5 m

Fig. 3 : Gelber grobspätiger Echinodermen-Schuttkalk von der Lokalität SW-Moos-Kessel (42). Am Aufbau dieser Gesteinsfazies sind neben dem Echinodermenschutt auch zahlreiche Lamellibranchiaten-Schalenreste (vor allem Ostreidae) beteiligt. 1 m

Fig. 1

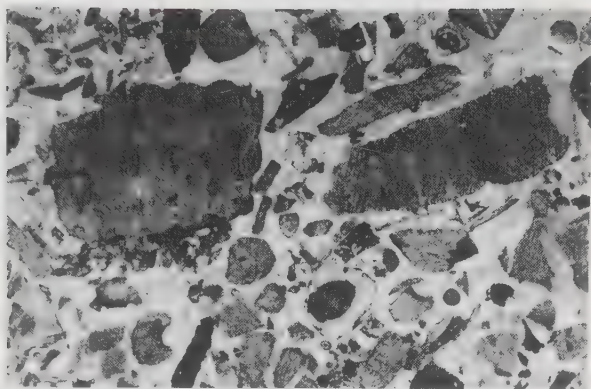


Fig. 2

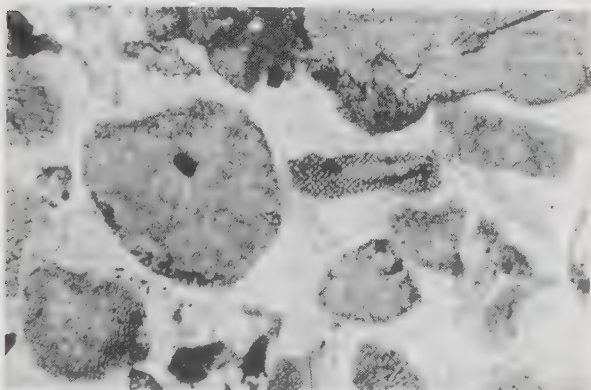
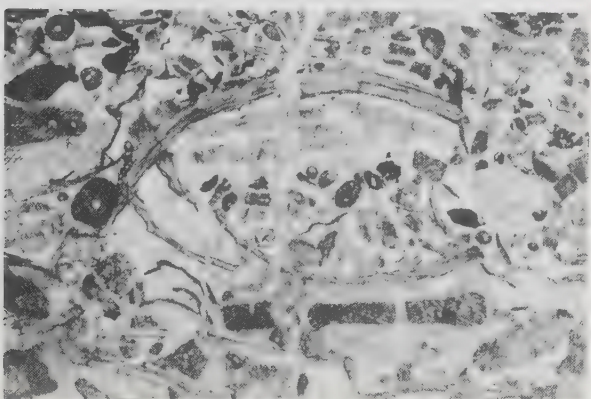


Fig. 3



Erläuterung zu Tafel 4

Fig. 1 : Gelber grobspätiger Echinodermen-Schuttkalk von der Lokalität SW-Moos-Kessel (42), stärker vergrößert. Wie beim roten Echinodermen-Schuttkalk weisen die oft guten Echinodermen-Stielglieder auf geringe Transportweite hin. 0,5 m

Fig. 2 : Blaßroter massiger Kalk von der Lokalität E-Hochgern-Haus (40). Charakteristisch für die Basis-Partien der über spiculitischen Kalken lagernden Gesteine ist das häufige Auftreten von Schwammnadeln (vor allem Monactinelidae). 0,5 m

Fig. 3 : Blaßroter massiger Kalk von der Lokalität E-Silleck-Mulde (36). Die auf Hauptdolomit lagernden Kalke enthalten in Basisnähe neben benthonischen Foraminiferen viel feine Lamellibranchiatenschalen und Echinodermenreste. 0,5 m

Fig. 1

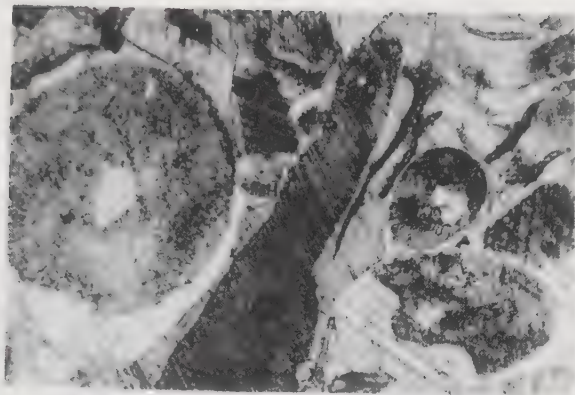


Fig. 2

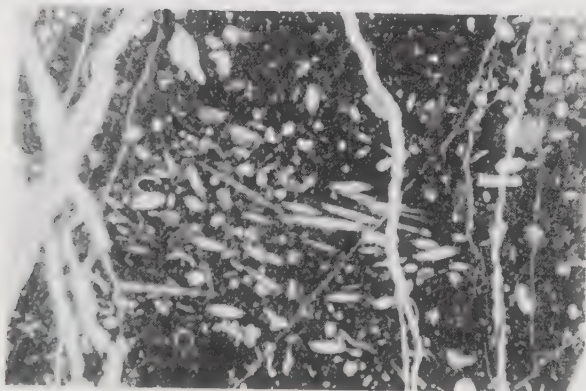
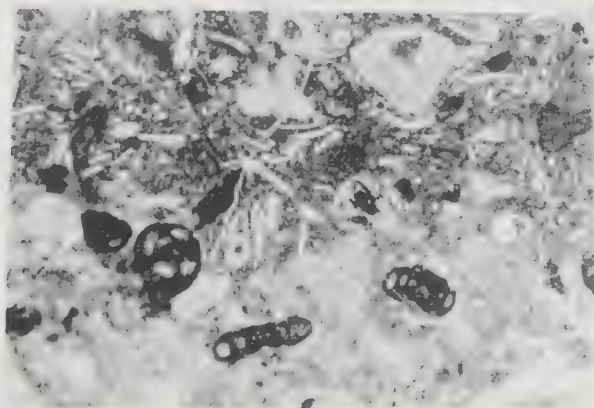


Fig. 3



Lokalitäten

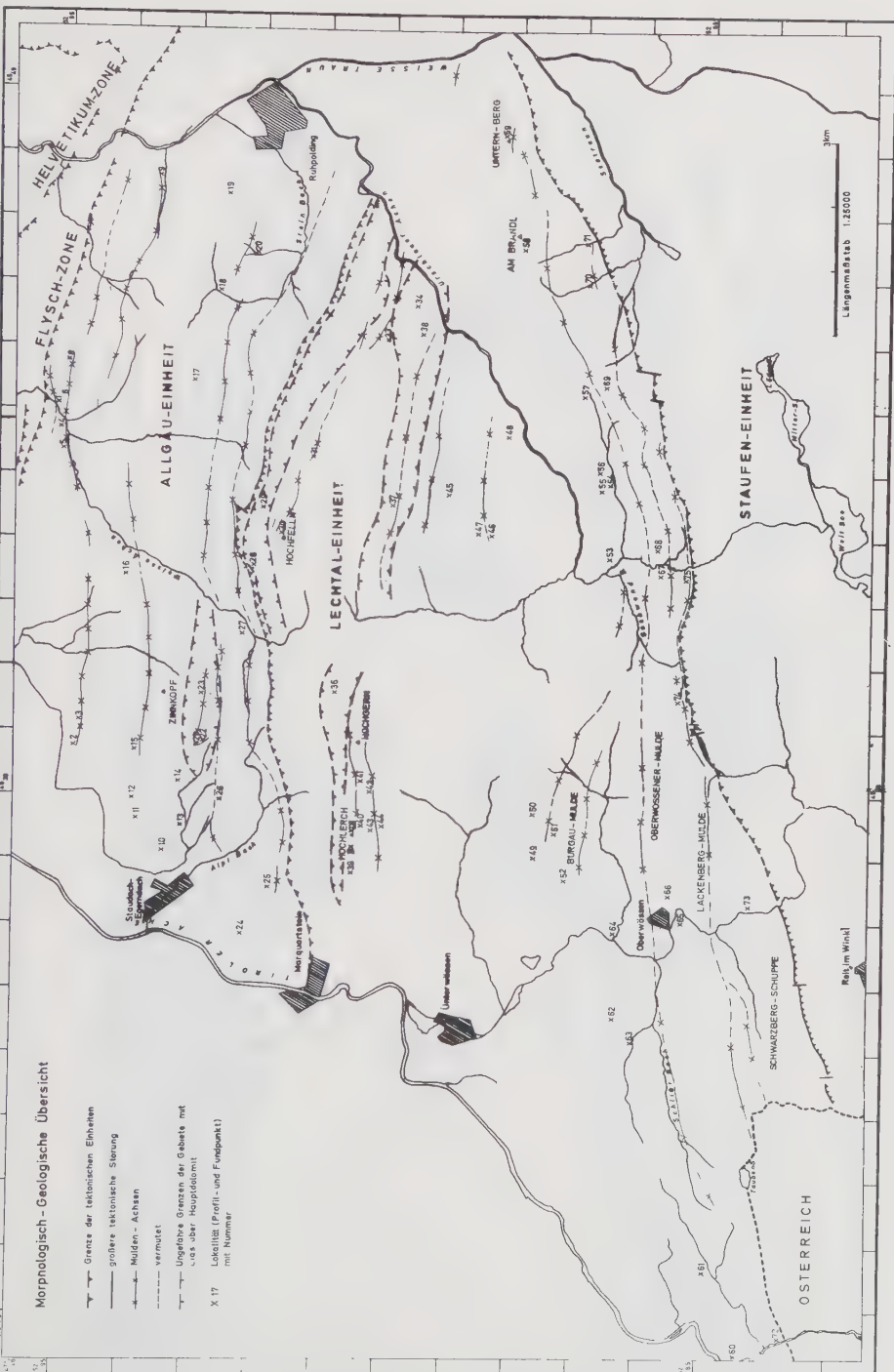
(Profil- und Fundpunkte)

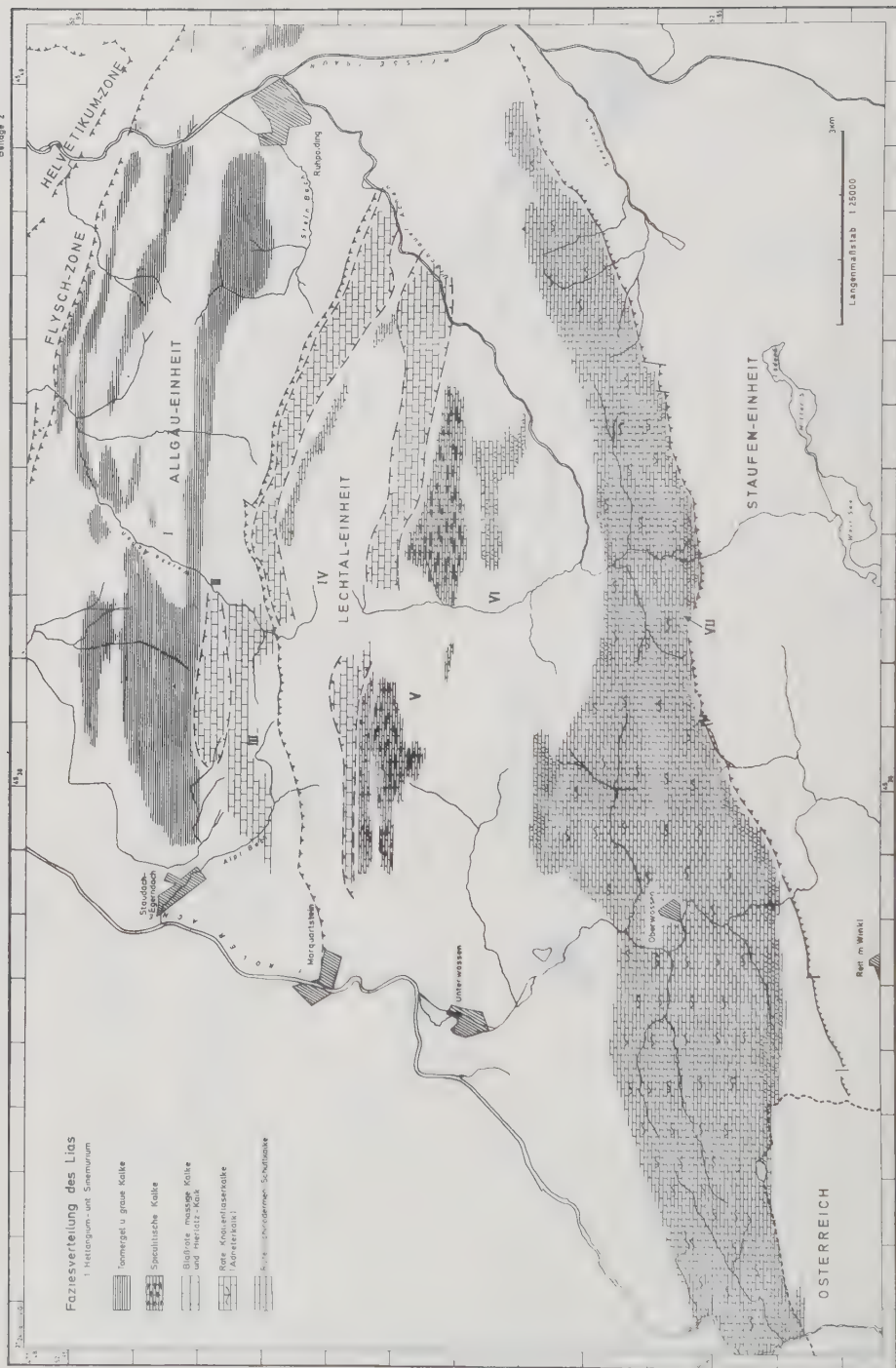
1 :	Maximilianshütte	r.: 44095	h.: 95180
2 :	E-Avenhausen	44760	94780
3 :	SE-Straßberg	39160	94700
4 :	Einfang-I	43740	95030
5 :	Einfang-II	43390	95040
6 :	Hochfeln-Weg-I	44110	94990
7 :	Hochfeln-Weg-II	44160	95020
8 :	Hammerberg	44760	94970
9 :	Tiefenbach	47610	93610
10 :	E-Steinach	37250	93420
11 :	S-Einöd	37650	93820
12 :	SE-Einöd	37980	93900
13 :	Kreuz-Graben	37510	93090
14 :	S-Aschauer-Zipf	38210	93180
15 :	Mehrenthaler-Weg	38700	93850
16 :	Engelstein	41430	94040
17 :	N-Hocherb-A.	44460	93020
18 :	Haargaß-Graben	45840	92680
19 :	Wunder-Graben	47370	92530
20 :	Brandl-Graben	46440	92100
21 :	Mehrenthaler-Wand-I	38790	92870
22 :	Mehrenthaler-Wand-II	38830	92810
23 :	Bairer Kopf	39600	92850
24 :	E-Freiweidach	35830	92180
25 :	Schnappen Kirche	36570	91740
26 :	N-Kobel-Wand	37950	92570
27 :	N-Rotwandl-Kopf	40520	92220

28 :	NW-Hochfelln	41550	92140
29 :	Tröpfel-Wand	42530	91970
30 :	Hochfelln	42090	91680
31 :	Farnböden	43310	91180
32 :	Thorau Bach	45100	90490
33 :	Glockenschmied	45220	90140
34 :	SSW-Glockenschmied	45640	89590
35 :	Ruhpoldinger Marmor- Steinbruch	47200	90280
36 :	E-Hochlerch-Silleck-Mulde	39620	90790
37 :	N-Nesselau-A.	42540	89930
38 :	S-Brandstein	45220	89510
39a:	W-Hochlerch-I	37159	90480
39b:	W-Hochlerch-II	37230	90480
39c:	E-Hochlerch	37460	90490
40 :	E-Hochgern-Haus	37530	90370
41 :	Moos-Kessel	38240	90340
42 :	SW-Moos-Kessel	38050	90200
43 :	Bergwachthütte-Hochgern- Haus-I	37440	90180
44 :	Bergwachthütte-Hochgern- Haus-II	37530	90060
45 :	SE-Haaralp-Kratzel-Schneid	42720	89080
46 :	Eingefallener- Wand-I	42130	88390
47 :	Eingefallener- Wand-II	42140	88550
48 :	Linner Mais	43680	88130
49 :	NW-Rechenberg-Mulde	37160	87590
50 :	NE-Rechenberg-Mulde	37810	87630
51 :	SE-Rechenberg-Mulde	37540	87320
52 :	SW-Rechenberg-Mulde	36800	87150
53 :	N-Röthelmoos-A.	41810	86530

54 :	Sulzenmoos-Graben-II	r: 42980	h: 86570
55 :	Sulzenmoos-Graben-III	43000	86630
56 :	Sulzenmoos-Graben-I	43140	86660
57 :	N-Sulzgraben-Kopf	44330	86940
58 :	Am Brandl	46620	87960
59 :	Untern-Berg	48310	88310
60 :	Zollamt-Mauth-I	29340	84380
61 :	Streichen-Achberg	30640	84890
62 :	S-Kruchenhausen	34210	86320
63 :	Langwiese	34120	86060
64 :	NE-Brem	35910	86350
65 :	SW-Oberwössen	36030	85360
66 :	SE-Oberwössen	36440	85450
67 :	SW-Röthelmoos	41560	85710
68 :	SE-Röthelmoos	41950	85760
69 :	Sulzgraben Kopf	44480	86610
70 :	Vord. Zettel-Graben	46060	86890
71 :	Kühlbach-Graben	46700	86960
72 :	Zollamt-Mauth-II	29650	83650
73 :	Bundesstraße 305	36260	84290
74 :	S-Rachelberg	39590	85380
75 :	S-Röthelmoos	41570	85310

Morphologisch - Geologische Übersicht





Faziesverteilung des Lias

2 Oberes Sinnumun

Fleckenkiese

Spektrische Kiese

Spektrische

Echindernen Schattkiese

Blaue masige Kiese

Rote Kalksteinische

OSTERREICH

STAUFEN-EINHEIT

LECHTAL-EINHEIT

ALLOU-EINHEIT

FLYSCH-ZONE

HELVETIKUM-ZONE

Langenmaßstab 1:25000

Regen im Winkel

Obersteiermark

Unter wossen

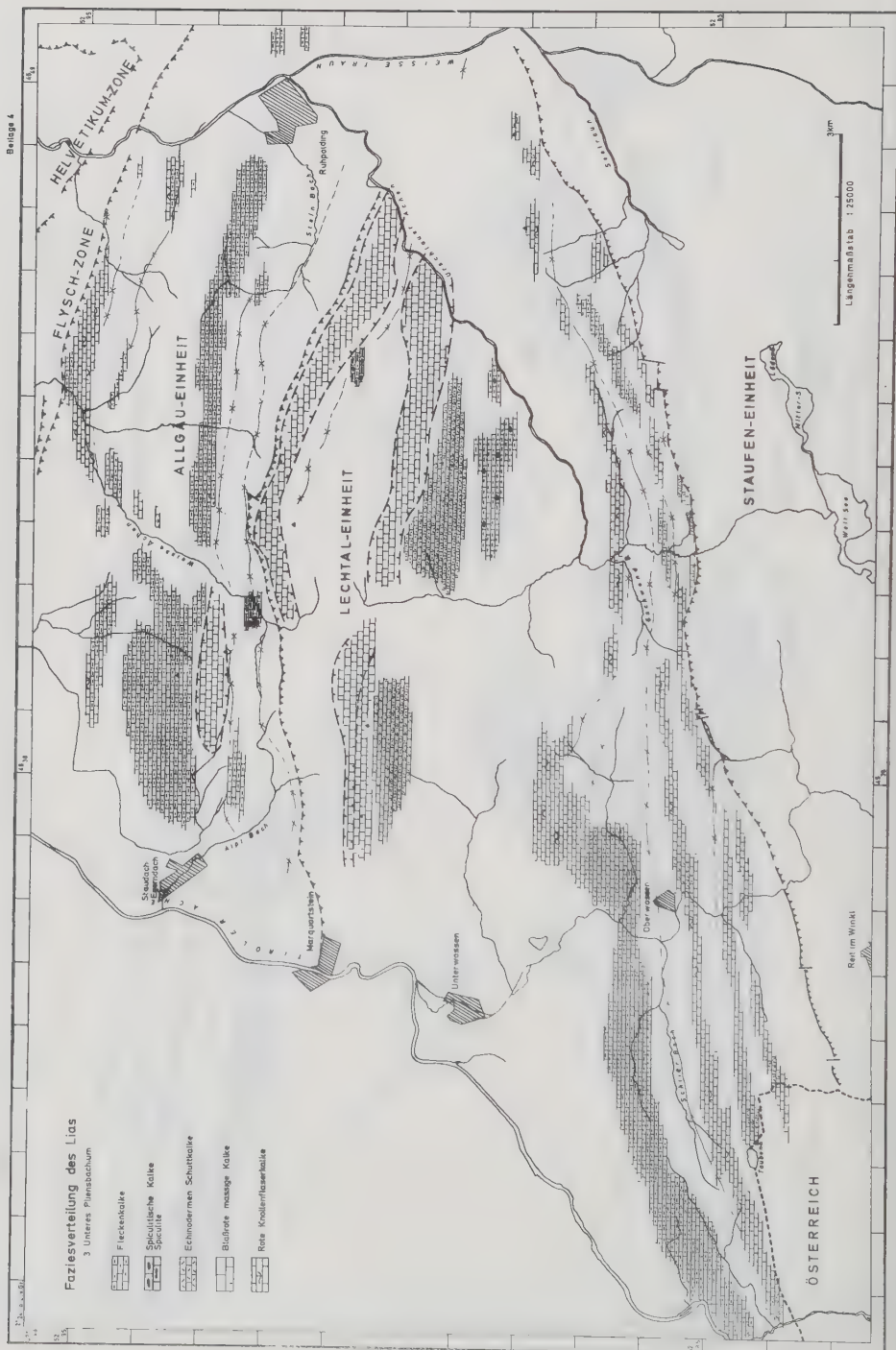
Margareten

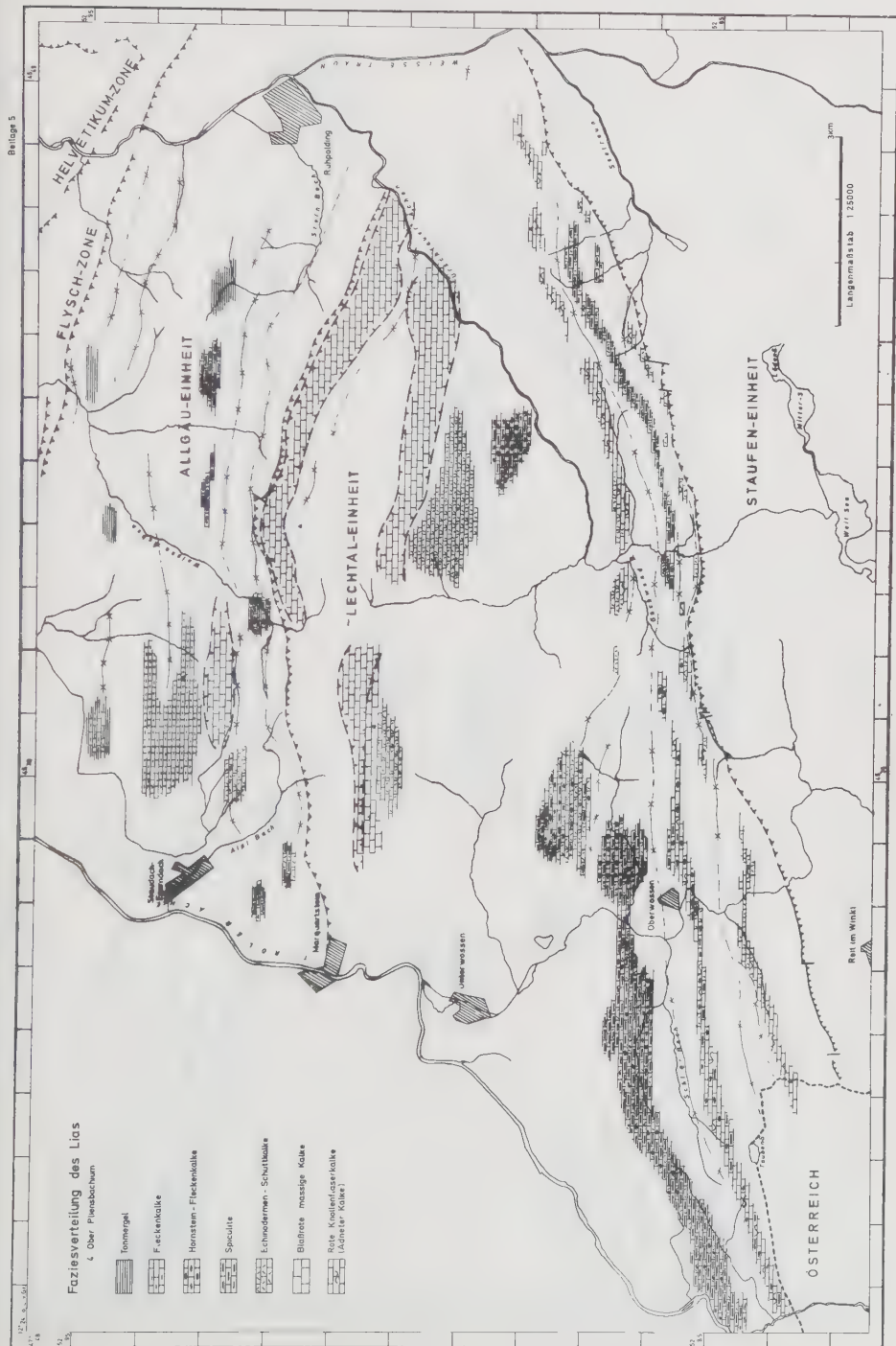
Stadon-
Wien

St. Pölten

Salzburg

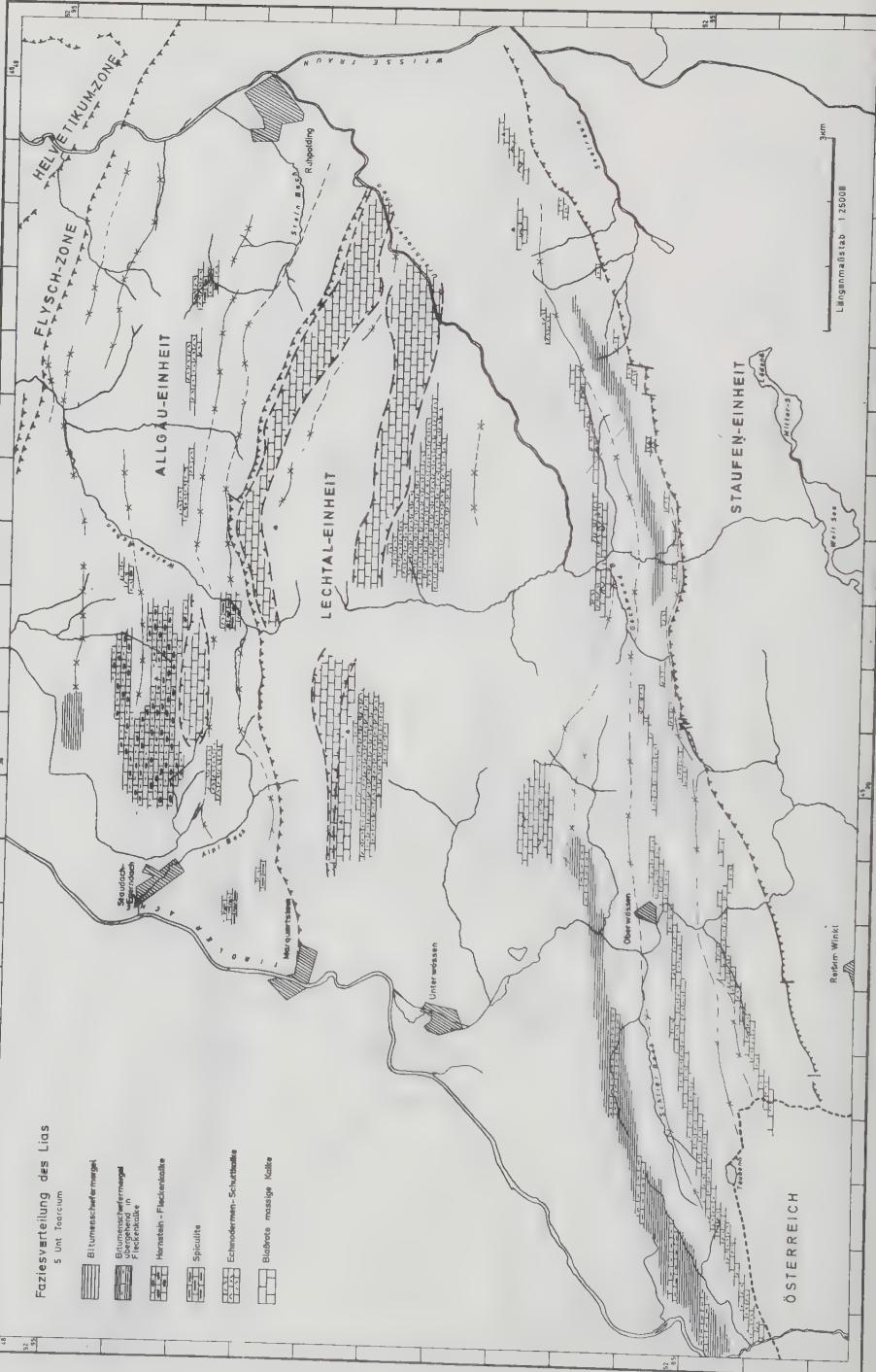
3 km



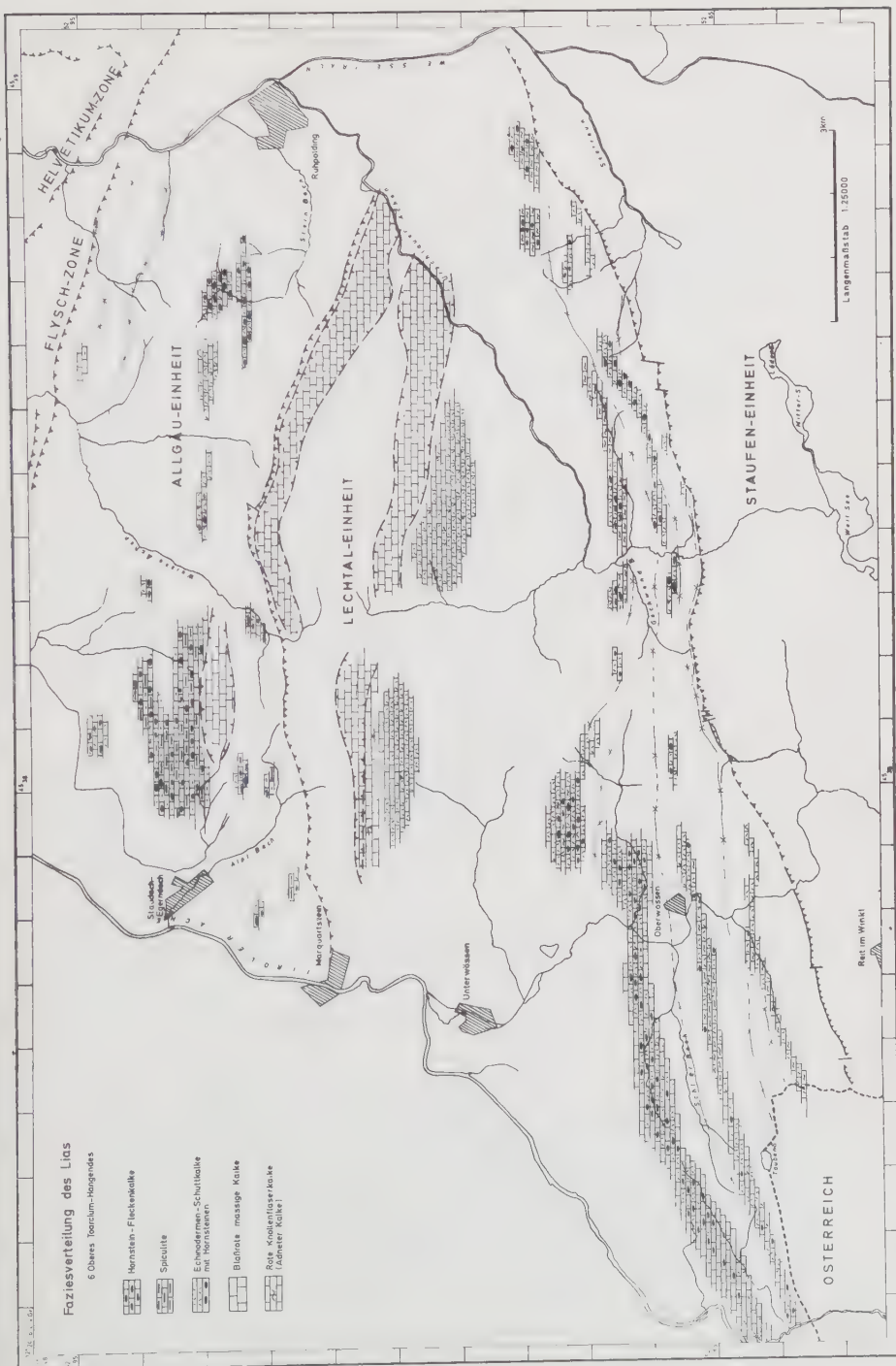


5 Unt Toarcium

- | | |
|---|----------------------------|
|  | Bitumenschieferferrnigel |
|  | Bitumenschieferferrnigel |
|  | Hornstein - Flackenkollite |
|  | Spiculite |
|  | Echinodermen - Schuttkalle |
|  | Blaue massige Kallite |



Längenausmaß 1 250 mm



Lebenslauf

Ich, Prodromos Antoniadis, wurde als Sohn des Händlers Antonios Antoniadis und seiner im Jahre 1975 verstorbenen Ehefrau Panajota, geb. Xanthopoulou, am 5.3.1942 in Karydia-Edessa (Griechenland) geboren.

Von 1948-1954 besuchte ich die Volksschule in Edessa und anschließend das klassische Gymnasium zu Edessa, wo ich 1961 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommer 1961 kam ich nach Deutschland und nahm an einem Sprachkurs im Institut "Deutschkurse für Ausländer" bei der Ludwig-Maximilians-Universität München teil.

Im Frühjahr 1962 legte ich mit Erfolg eine Aufnahme-Prüfung bei der Universität München ab.

Von 1962-1964 studierte ich Medizin; dieses Studium mußte ich aus persönlichen Gründen aufgeben.

Im Jahre 1964 begann ich mein Studium in Geologie. Im Frühjahr 1967 bestand ich meine Diplomvorprüfung und im Wintersemester 1970/71 legte ich die Diplomgeologen-Hauptprüfung mit Erfolg ab.

Vom Beginn des Jahres 1971 ab arbeite ich am Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität München unter Anleitung von Herrn Universitäts-Dozent Dr. V. FAHLBUSCH an meiner Dissertation.

Meine akademischen Lehrer waren:

ANGENHEISTER, AUTRUM, BARTHEL, BODECHTEL, BRAUNER, DACHS, DEHM, DINGLER, FAHLBUSCH, FÄSSLER, FISCHER, FÖRTSCH, FRUTH, GRIMM, HAGN, HUCKENHOLZ, HUISGEN, JAGODZINSKI, JUNG, KLEMM, v.LANZ, LOUIS, MAUCHER, MERKMÜLLER, SCHMIDT-THOME, WIBERG, WILSON, WURSTER.

